

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção

Luiz Felipe Cabral Cherem

**UM MODELO PARA A PREDIÇÃO DA ALTERAÇÃO
DIMENSIONAL EM TECIDOS DE MALHA EM ALGODÃO**

Tese de Doutorado

Florianópolis
2004

Luiz Felipe Cabral Cherem

**UM MODELO PARA A PREDIÇÃO DA ALTERAÇÃO
DIMENSIONAL EM TECIDOS DE MALHA DE ALGODÃO**

Tese Apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito parcial para obtenção
do título de Doutor em
Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Antônio Augusto Ulson de Souza, Dr.

Florianópolis
2004

LUIZ FELIPE CABRAL CHEREM

**UM MODELO PARA A PREDIÇÃO DA ALTERAÇÃO
DIMENSIONAL EM TECIDOS DE MALHA DE ALGODÃO**

Esta tese foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Doutor em
Engenharia Têxtil no Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção
da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 31 de maio de 2004

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof. Antonio Augusto Ulson de Souza, Dr.
Orientador

Profª Selene Maria A.G.U. de Souza, Dra.
Moderadora

Prof. José Alexandre B. Valle, Dr.
Examinador Externo

Prof. Vladilen dos Santos Villar, Dr.
Examinador Externo

Prof. Dálvio Ferrari Tubino, Dr.

Profª Heloísa Lima Brandão, Dra.

RESUMO

CHEREM, Luiz Felipe Cabral. **Um modelo para a predição da alteração dimensional em tecidos de malha de algodão**. 2004. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

Na produção de um artigo têxtil, as fibras são convertidas em fios e estes em tecido de malha que segue para o processo de beneficiamento (alveamento e tingimento) e acabamento. Nestes processos várias modificações acabam ocorrendo nas fibras em consequência da atuação de forças resultantes dos processos de paralelização, torção e estiramentos, mas também, devido a forças resultantes dos processos físico-químicos que ocorrem no contato das fibras com a água e reagentes químicos (inchamento, cristalização, hidrólise, oxidação, etc.) e a secagem dos produtos têxteis nas diversas etapas do processo produtivo. Com estas resultantes de força o artigo têxtil pode ter uma alteração dimensional (encolhimento, distensão ou torção) fazendo com que o produto final não tenha os padrões de qualidade das dimensões requeridas e seja rejeitado. O algodão é uma fibra de origem vegetal muito utilizada na fabricação de tecidos de malhas para a fabricação de artigos a serem usados diretamente sobre a pele, por possuir propriedades físicas que conferem um alto conforto ao usuário. Contudo, em contraste com esta excelente propriedade, os tecidos de malha de algodão são suscetíveis a alterações dimensionais ou baixa estabilidade dimensional. Neste trabalho busca-se a compreensão do fenômeno físico e mecânico que ocorre no processo de relaxamento do tecido de malha em algodão, através de ensaios realizados em 2 (duas) importantes empresas têxteis de Santa Catarina, para daí traçar um paralelo sobre trabalhos até então já realizados nesta área e propor um modelo para a predição da alteração dimensional dos tecidos de malha em algodão. Este aspecto é de grande importância na Indústria Têxtil sendo a obtenção de correlações para predizer a alteração dimensional em função das variáveis do processo e dos equipamentos utilizados no processamento do artigo têxtil uma importante contribuição deste trabalho.

Palavras-chave: Tecido de Malha; Malharia; Alteração Dimensional; Encolhimento; Indústria Têxtil.

ABSTRACT

CHEREM, Luiz Felipe Cabral. **A model to predict the dimensional changes in cotton knitting fabrics.** 2004. 310 f. Thesis (Production Engineering). PhD program in Production Engineering, UFSC, Florianópolis.

Aiming the production of a textile article, the fibres are converted into yarns and these into knitting fabrics which pass through the dyeing and finishing processes until they reach the final article. The fibres are modified after all the process in consequence of physical forces, such as strengths of drawing out, twisting and stretching. Besides that, the fibres are also modified due chemical reactions, such as swelling, crystallisation, hydrolyse, oxidation, which occurs when the fibres are in contact with some dye colorants, dye auxiliaries and water. These tensile loads can cause a dimensional instability to the fabric, such as shrinkage, stretching and torsion, turning the final product different from the one with the quality standard and dimensions required by the client, being totally rejected. The cotton is a fibre with vegetal origin which is constantly used on producing knitting fabrics to be used directly on the skin. This is due to the physical properties which these fabrics have offering the client a high standard of comfort. On the other hand, contrasting this outstanding property, the knitting fabrics are susceptible to dimensional changes or low dimensional stability. This essay aims to reach the understanding of the mechanical and physical phenomenon which occurs during the relaxation process on the knitting fabric through trials done into two important textile companies in Santa Catarina. From these trials a comparison will be done between the essays which have been done until now and a model to predict dimensional changes on the cotton fabrics will be proposed. The knowledge to predict the dimensional changes due to the variables of the process has a great importance in the textile industry, so that this essay makes a crucial contribution.

Key words: Textile industry, circular cotton knitting fabric, dimensional stability and shrinkage.

*À minha companheira Analúcia,
o grande e eterno amor de minha vida
e que me faz acreditar:
“Sou perfeito, alegre e forte. Tenho amor e muita sorte...
Sou feliz e inteligente, vivo positivamente.
Tenho paz, sou um sucesso, tenho tudo o que eu peço...
Acredito firmemente, no poder da minha mente.
Porque é DEUS no subconsciente.”*

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não seria possível sem a ajuda das pessoas e instituições abaixo relacionadas:

Ao Professor Dr. Antônio Augusto Ulson de Souza, por aceitar ser meu orientador neste trabalho.

Mais do que um orientador, foi um incentivador para a conclusão do mesmo.

Aos professores Dra. Selene Maria A.G.U. de Souza, Dr. José Alexandre Borges Valle, Dr. Vladilen dos Santos Villar, Dr. Dálvio Ferrari Tubino e Dra. Heloísa Lima Brandão pelas contribuições e participação na banca examinadora.

À Cia. Hering S.A. por ter sido a principal formadora do meu perfil profissional e por ter me proporcionado toda a base do conhecimento técnico da área têxtil.

À Marisol S.A. por ter acreditado e apoiado a realização deste trabalho, tornando o sonho em realidade.

Aos meus pais, Nilton José Cherem e Eliana Cabral Cherem e às minhas irmãs, pelo amor em todos os momentos de minha vida e pelo incentivo incondicional.

Aos meus filhos, Alexandre e Carolina, pelo carinho, pela paciência e compreensão pela privação do convívio durante o tempo de realização deste trabalho.

A todos aqueles que contribuíram de forma direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

E principalmente a DEUS, pela bênção da vida, pela família que me concedeu e pela fé que me dá forças para persistir em ser melhor a cada dia, para recomeçar quando necessário e por acreditar no Amor e na Vida Eterna.

SUMÁRIO

Resumo
Abstract
Lista de Figuras
Lista de Tabelas
Lista de Equações
Lista de Nomenclatura

| | Pg. |
|--|---------------|
| 1 INTRODUÇÃO | 01 |
| 1.1 Contextualização | 01 |
| 1.2 Origem do trabalho | 09 |
| 1.3 Justificativa do trabalho | 10 |
| 1.4 Questão e hipótese da pesquisa | 12 |
| 1.5 Objetivos | 13 |
| 1.6 Metodologia científica empregada | 15 |
| 1.7 Limitações do trabalho | 17 |
| 1.8 Estrutura do trabalho | 17 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 19 |
| 2.1 Importância da indústria têxtil | 19 |
| 2.2 Matéria-prima | 23 |
| 2.3 O setor de fiação | 49 |
| 2.4 O setor de tecelagem | 50 |
| 2.5 O setor de malharia | 51 |

| | |
|---|---------|
| 2.6 O setor de beneficiamento | 62 |
| 2.7 O setor de confecção | 74 |
| 2.8 Estabilidade dimensional | 75 |
| 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS | 93 |
| 3.1 Metodologia | 93 |
| 3.2 Métodos e experimentos | 96 |
| 3.3 Variáveis de malharia | 102 |
| 3.4 Variáveis de beneficiamento | 110 |
| 3.5 Ensaaios | 119 |
| 4 DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO COMPUTACIONAL | 126 |
| 4.1 Conceituação | 126 |
| 4.2 Tipos de modelos de sistemas de simulação | 127 |
| 4.3 O modelo proposto | 127 |
| 4.4 Verificação, validação e confiabilidade do modelo | 128 |
| 5 RESULTADOS | 146 |
| 5.1 Obtenção dos valores K | 147 |
| 5.2 Validação do programa de simulação | 156 |
| 5.3 Validação do programa para rotas diferentes da rota 4 | 171 |
| 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 178 |
| 6.1 Introdução | 178 |
| 6.2 Etapas realizadas e contribuição original do trabalho | 179 |
| 6.3 Atendimento dos objetivos propostos | 182 |

| | |
|--|-----|
| 6.4 Recomendações para trabalhos futuros | 184 |
| REFERÊNCIAS | 186 |
| | |
| ANEXO A | 195 |
| ANEXO B | 214 |
| ANEXO C | 237 |
| ANEXO D | 244 |
| ANEXO E | 250 |
| GLOSSÁRIO | 268 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pg. |
|--|-----|
| 2.1 Classificação geral das fibras | 23 |
| 2.2 Corte da seção transversal da fibra de lã | 32 |
| 2.3 Foto microscópica da fibra da seda | 33 |
| 2.4 (a) O algodoeiro e (b) detalhe das fibras presas ao capulho | 35 |
| 2.5 Esquema celular da fibra do algodão | 37 |
| 2.6 Foto microscópica da fibra da viscose | 42 |
| 2.7 Foto microscópica da fibra de náilon | 44 |
| 2.8 Foto microscópica da fibra de poliéster | 46 |
| 2.9 Agulha da lingüeta – partes constituintes | 53 |
| 2.10 Esquema de funcionamento de uma platina | 54 |
| 2.11 Formação do tecido de malha por trama | 56 |
| 2.12 Cursos e colunas | 58 |
| 2.13 Tipos de laçadas | 59 |
| 2.14 Meia-malha (jersey simples) | 60 |
| 2.15 Formação do tecido RIB | 61 |
| 2.16 Fluxograma das rotas de acabamento para tecidos de malha em 100% algodão | 64 |
| 2.17 Jet redondo | 69 |
| 2.18 Jet longo | 70 |
| 2.19 Formas geométricas que as laçadas podem assumir durante os processos de manufatura, de encolhimento ou estiramento | 90 |
| 2.20 Dependência entre as quatro grandezas (gramatura, largura, densidade e AD) | 91 |

| | |
|--|-----|
| 2.21 Diferentes comportamentos para um tecido de malha com as mesmas variáveis de malharia, porém com laçadas de formas geométricas diferentes | 92 |
| 3.1 Relação do comprimento do ponto com a densidade | 106 |
| 3.2 Diagrama do processo para tingimento de cores claras | 113 |
| 3.3 Diagrama de processo para tingimento de cores escuras | 114 |
| 3.4 Procedimento de desenvolvimento de malhas na malharia e no beneficiamento | 123 |
| 4.1 Fluxograma do processo de desenvolvimento de malha através do programa computacional | 130 |
| 4.2 Grupo FTM | 132 |
| 4.3 Simulação de desenvolvimento de malha | 133 |
| 4.4 Planilha para o cálculo do título | 135 |
| 4.5 Planilha referente ao cálculo do comprimento de ponto | 136 |
| 4.6 Planilha referente ao cálculo da gramatura | 137 |
| 4.7 Planilha referente ao cálculo do fator de cobertura | 138 |
| 4.8 Planilha de cálculo das resultantes | 140 |
| 4.9 Planilha de consulta das constantes K | 142 |
| 4.10 Fluxograma do programa de desenvolvimento de malhas | 145 |
| 5.1 Variação do comprimento do ponto | 156 |
| 5.2 Variação do título dos fios – Ne | 157 |
| 5.3 Variação do fator Kr – (cursos/colunas) | 159 |
| 5.4 Gráfico de regressão linear referente à obtenção do Kc | 165 |
| 5.5 Gráfico de regressão linear referente à obtenção do Kw | 165 |
| 5.6 Resultados obtidos pela simulação de dados no programa computacional | 170 |
| 5.7 Comparativo de gramaturas entre a simulação e dado prático | 177 |
| 6.1 Validação do programa computacional | 181 |

LISTA DE TABELAS

| | Pg. |
|--|-----|
| 1.1 Consumo mundial de fibras têxteis (em milhões de toneladas) | 03 |
| 2.1 Campos de aplicação de tecidos técnicos | 22 |
| 2.2 (a); (b) História das fibras têxteis | 27 |
| 2.3 Brasil – produção de fibras naturais – 1990/98 (mil ton.) | 30 |
| 2.4 Composição da fibra do algodão | 36 |
| 2.5 Propriedades físicas e químicas do raion viscose | 42 |
| 2.6 Propriedades físicas e químicas do náilon | 44 |
| 2.7 Propriedades físicas e químicas da fibra de poliéster | 46 |
| 2.8 Classificação dos corantes por aplicação | 67 |
| 2.9 Valores K de malhas lisas de lã | 80 |
| 2.10 Valores K do estado completamente relaxado de malhas lisas de lã .. | 81 |
| 2.11 Valores Ki num estado completamente relaxado no tecido da malha circular em algodão tipo <i>jersey</i> | 84 |
| 3.1 Visão geral das amostras | 99 |
| 3.2 Comparação da influência das fibras de algodão | 104 |
| 3.3 Valores específicos dos fios utilizados | 107 |
| 3.4 Regulagens de tecimento | 110 |
| 3.5 Regulagens dos equipamentos de acabamento | 116 |
| 3.6 Tipos de ensaios e testes laboratoriais realizados por fase de processo | 121 |
| 5.1 Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido-amostra J01 | 147 |

| | |
|--|-----|
| 5.2 Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido-amostra J02 | 148 |
| 5.3 Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido-amostra R01 | 149 |
| 5.4 Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido-amostra R02 | 150 |
| 5.5 Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido-amostra P01 | 151 |
| 5.6 Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido-amostra P02 | 152 |
| 5.7 Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido-amostra I01 | 153 |
| 5.8 Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido-amostra I02 | 154 |
| 5.9 Variação do comprimento do ponto | 155 |
| 5.10 Variação do título dos fios – Ne | 157 |
| 5.11 Variação do fator Kr – (cursos/colunas) | 158 |
| 5.12 Valores K de elaboração do programa para os tecidos em meia- malha: J01 e J02 no E.R. | 161 |
| 5.13 Valores de K para os tecidos em meia-malha de escala de produção no E.R. | 162 |
| 5.14 Valores de K para a obtenção dos gráficos de regressão linear | 164 |
| 5.15 Comparativo entre os dados de produção e dados do programa | 171 |
| 5.16 Demonstração do desempenho do tecido de malha J01 no E.R. quando acabado com diferentes K's | 172 |
| 5.17 Fator de correção para o tecido de malha J01 | 173 |
| 5.18 Comparação de dados no E.R. entre o simulador e lotes experimentais para diferentes títulos, comprimento do ponto e tear ... | 175 |

LISTA DE EQUAÇÕES

| | Pg. |
|--------------------|-----|
| Equação 2.1 | 50 |
| Equação 2.2 | 50 |
| Equação 2.3 | 77 |
| Equação 2.4 | 78 |
| Equação 2.5 | 79 |
| Equação 2.6 | 79 |
| Equação 2.7 | 79 |
| Equação 2.8 | 82 |
| Equação 2.9 | 82 |
| Equação 2.10 | 82 |
| Equação 2.11 | 82 |
| Equação 2.12 | 83 |
| Equação 2.13 | 83 |
| Equação 2.14 | 86 |
| Equação 2.15 | 86 |
| Equação 2.16 | 86 |
| Equação 2.17 | 86 |
| Equação 2.18 | 86 |
| Equação 2.19 | 86 |
| Equação 2.20 | 89 |

| | |
|--------------------|-----|
| Equação 2.21 | 89 |
| Equação 2.22 | 89 |
| Equação 3.1 | 108 |
| Equação 3.2 | 109 |
| Equação 3.3 | 109 |
| Equação 3.4 | 118 |
| Equação 3.5 | 118 |
| Equação 4.1 | 134 |
| Equação 4.2 | 134 |
| Equação 4.3 | 134 |
| Equação 4.4 | 134 |
| Equação 4.5 | 134 |
| Equação 4.6 | 135 |
| Equação 4.7 | 135 |
| Equação 4.8 | 136 |
| Equação 4.9 | 137 |
| Equação 4.10 | 137 |
| Equação 4.11 | 138 |
| Equação 4.12 | 139 |
| Equação 4.13 | 141 |
| Equação 4.14 | 141 |
| Equação 4.15 | 141 |
| Equação 4.16 | 143 |
| Equação 4.17 | 143 |
| Equação 4.18 | 143 |
| Equação 4.19 | 143 |

| | |
|-------------------|-----|
| Equação 5.1 | 165 |
| Equação 5.2 | 165 |
| Equação 5.3 | 166 |
| Equação 5.4 | 168 |
| Equação 5.5 | 169 |

NOMENCLATURA

A.D.: Alteração dimensional.

A.D.%C: Alteração dimensional no comprimento.

A.D.%L: Alteração dimensional na largura.

CP: Comprimento do ponto [L].

Cf : Colunas no E.R. no estado acabado.

Cg: Colunas no E.R. no estado cru.

Cpcm: Cursos por centímetros [L^{-1}].

Cpi: Cursos por polegada [L^{-1}].

C₁ a C₁₃: Constantes de regressão.

d: Diâmetro do fio [L].

E.R.: Estado de referência.

F. C: Fator de cobertura

Fc: Fator de acabamento dos cursos.

Fw: Fator de acabamento das colunas.

FTB: Ficha técnica de Beneficiamento.

FTM: Ficha técnica de Malharia.

Kc, Kw, Ks, Kr: Constantes que representam os parâmetros dimensionais do tecido.

/: Comprimento do fio na laçada [L].

L. F. A.: Comprimento completo de um curso [L].

N: Número de agulhas em trabalho.

Ne: Unidade de medida do título do fio no Sistema Inglês.

p: Espaço ocupado pelo curso [L].

q: Espaço ocupado pela coluna [L].

S: Densidade do fio.

Tex: Unidade de medida do título do fio no Sistema Internacional.

W: Largura do tecido [L].

Wf: Colunas no E.R. no estado acabado.

Wg: Colunas no E.R. no estado cru.

Wpcm: Colunas por centímetros [L^{-1}].

Wpi: Colunas por polegada [L^{-1}].

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

As empresas estão inseridas em um mercado de intensa competitividade global, definido por D'Aveni (1985) como “Hipercompetição”. Um ambiente onde as vantagens são rapidamente criadas e erodidas. Segundo este mesmo autor, a busca de uma vantagem duradoura tem sido, há muito tempo, o foco da estratégia das corporações.

Porém as vantagens duram somente até que as concorrentes copiem ou superem as manobras do pioneiro, ou seja, uma vez que a vantagem seja copiada ou superada, ela deixa de ser vantagem. Para Hamel e Prahalad (1995), a receita de sucesso para as empresas contextualizadas na era da “*globalização*”, está no reconhecimento de suas “*competências essenciais*”, que nada mais são do que as melhores habilidades da empresa. Com este conhecimento, as empresas podem a partir daí traçar o futuro que desejarem. Se o futuro imaginado (ou melhor, desejado pela empresa) exigir “*competências*” de que a empresa não dispõe, a empresa deverá desenvolvê-las através de um processo de inovação.

Portanto, a estratégia sugerida está em desenvolver o maior número possível de “*competências essenciais*”. Quem assim o fizer estará inventando o futuro e sendo o líder, seja em qual mercado atuar.

Ao dar ênfase ao papel da inovação, os autores anteriormente citados, Hamel e Prahalad, muito se assemelharam a Schumpeter (1982). Todavia, a competitividade na concepção schumpeteriana é a de um processo de “destruição criativa”, que para ele é o que caracteriza e define o capitalismo. Schumpeter (1982), teoriza que a concorrência centraliza-se na inovação e esta provoca um processo de destruição criativa onde velhas estruturas são substituídas por novas

conduzindo a economia a níveis mais elevados de renda e presumivelmente de bem-estar social.

Não obstante a este cenário de competitividade, surge a partir do início deste século um fato até então ignorado pelos economistas e cientistas sociais: a preocupação com os recursos naturais e não tão somente os recursos materiais, mas também os sociais e do capital. A julgar por seu impacto sobre o capital natural e social, a nova economia se parece mais com a próxima onda da Era Industrial do que com uma Era Pós-Industrial. A ousada afirmação é de Senge e Carsted (2001). Segundo eles, os sistemas que regem os processos produtivos, inspirados nas máquinas, seguem um fluxo linear (extrair, produzir, vender, usar, descartar), não sustentável em longo prazo. Para impulsionar empreendimentos que não prejudiquem o tecido social e ambiental e sejam financeiramente viáveis, Senge e Carsted propõem basear-se no modelo circular dos sistemas vivos: produzir, reciclar, regenerar. Trata-se de consumir os lucros energéticos (solar, eólico) em vez de devorar o capital natural (petróleo, gás) e projetar sistemas com “desperdício zero”, nos quais o resíduo de um processo seja o nutriente de outro.

Assim, além do contexto globalizado e altamente competitivo da atualidade, torna-se imperativa a necessidade de se inovar, levando-se em consideração os aspectos ambientais envolvidos.

É neste cenário internacional de alta competitividade que está inserida a quarta atividade econômica mais importante do mundo, as indústrias têxteis e de vestuário, atrás apenas de agricultura, turismo e informática. Esta afirmação é sustentada por Silva (2002), que informa ainda que o comércio mundial da cadeia têxtil movimenta mais de 350 bilhões de dólares/ano¹.

O consumo mundial de fibras têxteis no ano de 2000 foi de 43,5 milhões de toneladas, como pode ser observado na Tabela 1.1, representando aproximadamente um consumo *per capita* de 7,5 quilos. É sabido também que o setor têxtil é um dos maiores empregadores. Mesmo nos países ditos industrializados como a França, de cada oito trabalhadores industriais, um pertence ao setor têxtil e nos Estados Unidos, de cada onze, um pertence a este setor. (ANÁLISE SETORIAL, 1999).

Tabela 1.1: Consumo mundial de fibras têxteis (em milhões de toneladas)

| Ano | Fibras Naturais | Fibras Químicas | Total | Participação das Fibras Naturais (%) |
|------------|------------------------|------------------------|--------------|---|
| 1950 | 6,4 | 1,6 | 8 | 80 |
| 1960 | 10,1 | 3,9 | 14 | 72,1 |
| 1970 | 13,4 | 8,6 | 22 | 60,9 |
| 1980 | 16,8 | 13,2 | 30 | 56 |
| 1990 | 20,8 | 19,2 | 40 | 52 |
| 1996 | 20,6 | 21,9 | 42,5 | 48,5 |
| 2000 | 20,9 | 22,6 | 43,5 | 48 |

Fonte: Fiber Organon - Departamento de Agricultura – EUA (2001).

O mercado mundial de têxteis cresceu graças ao aumento mundial de renda nos países mais desenvolvidos e à abertura de mercado. Embora os países desenvolvidos tenham sido responsáveis por 80% do total produzido pelo setor têxtil no pós-guerra, o maior crescimento relativo se deve aos países em desenvolvimento, em particular aos asiáticos. Isso ocorreu como reflexo de um movimento global de migração do setor industrial para áreas do planeta em que a mão-de-obra fosse mais barata.

Conforme Gorini (2000), o poder competitivo de alguns países periféricos (como Coréia do Sul, Taiwan, Hong Kong, Indonésia, Tailândia, Índia e Paquistão) forçaram os norte-americanos e europeus – tradicionais produtores de têxteis – a algumas mudanças fundamentais. Essas mudanças apontaram para um novo padrão de concorrência, baseado não apenas em preços, mas também em qualidade, flexibilidade e diferenciação de produtos, além da própria organização do comércio intrabloco, procurando reunir os avanços tecnológicos alcançados na indústria têxtil à mão-de-obra barata de alguns países periféricos, que passaram a ter maior representatividade neste setor.

¹ Segundo a OMC, o comércio de têxteis e de vestuário no ano de 2000 foi de 148 bilhões de dólares e de 186 bilhões de dólares, respectivamente. (IEMI, 2001).

A nova organização do setor têxtil nos países desenvolvidos, que passou de um regime de mercado vendedor para comprador, afeta a competitividade do mesmo, na medida em que a relação com o consumidor se tornou o ponto crucial na competição, como argumentado por Monteiro Filha e Correa (2003). Estes mesmos autores observam ainda uma clara tendência das grandes empresas ocidentais no sentido de abandonarem a produção de commodities e, mantendo a liderança tecnológica e/ou mercadológica, passarem a organizadoras de cadeias produtivas² através da terceirização da produção.

Conforme o Relatório Setorial da Cadeia Têxtil Brasileira do IEMI (2003, p. 28), o Brasil exerce um papel importante no cenário mundial, entretanto, em termos de comércio internacional, a presença do Brasil ainda é muito pequena, estando apenas entre os 40 maiores exportadores e importadores de têxteis e confeccionados do mundo. A liderança é ocupada por países asiáticos, detentores de uma extensa massa de mão-de-obra barata, destinados, em boa parte, ao abastecimento de países ricos e desenvolvidos.

Para que o Brasil se torne competitivo, o grande desafio está em construir uma cultura exportadora, onde a visão estratégica das empresas passe a incorporar a sua capacidade de participar de diferentes mercados no exterior, como forma de se manter atual e competitiva, não só no que se refere às máquinas instaladas, mas também em termos de desenvolvimento de produto, qualificação profissional e sistema de gestão (IEMI, 2003).

Este fato por si só demonstra que o Brasil tem condições de ampliar significativamente a sua participação no mercado internacional têxtil.

No caso das indústrias têxteis do Vale do Itajaí e do Vale do Itapocu, a situação agrava-se, visto que esta região considerada até os anos de 80 como sendo o Pólo Têxtil da América Latina, vem constantemente perdendo posição de destaque dentro do próprio Brasil. Isto se deve à migração de indústrias para outros estados, principalmente o Nordeste, atraídas por inúmeros benefícios

² Cadeia produtiva pode ser definida como conjunto de etapa consecutivo pelos quais passam e vão sendo transformados e transferidos os diversos insumos ou, ainda, como o conjunto das atividades nas diversas etapas de processamento ou montagem, que transforma matérias-primas básicas em produtos finais. (Citado em PROCHNICK e HAGUENAUER, 2001).

fiscais e financeiros oferecidos pelos estados da região e pela oferta da mão de obra mais barata.

Ainda com relação ao setor têxtil brasileiro, cabe enfatizar, que um momento de mudança na organização do mesmo em nível internacional, requer uma reflexão sobre a estratégia a ser adotada pelas empresas envolvidas. Prova disto são os dados referentes ao setor têxtil brasileiro, conforme foi verificado pelo IBGE (2003), onde o complexo têxtil apresentou comportamento declinante com expressiva perda em importância de 1990 à 1996. O complexo que em 1990 representava 3% do Produto Interno Bruto Brasileiro, passa a responder por 2% do PIB em 1996. O IEMI em 2003 publicou uma nova pesquisa onde mostra uma recuperação do setor industrial têxtil, no ano de 2002, apresentando 4% do PIB brasileiro. Este fato é devido basicamente pelo avanço do setor no mercado de exportação. Realçando a necessidade e a importância das empresas têxteis brasileiras buscarem diferenciais competitivos para estabelecerem-se como empresas classe mundial.

Para melhor compreender o quadro, deve-se ter em mente que o setor têxtil é constituído por uma cadeia de atividades em seqüência linear, desde a fiação de fibras naturais e/ou químicas, passando pela tecelagem, até a confecção final de artigos de vestuário. Assim pode-se observar que o setor têxtil é um segmento importante para a economia do Brasil, mas faz-se necessário entender que a cadeia têxtil produtiva é composta por uma rede de segmentos industriais heterogêneos que demandam estruturas setoriais diversas, quanto ao tamanho, número de empresas, tecnologia utilizada e origem do capital empregado. Cada segmento industrial está dividido em setores distintos que são independentes entre si, mas o resultado (produto) de cada etapa de produção desses setores, normalmente, alimenta o setor, ou o segmento seguinte. As oscilações da demanda final são determinantes da evolução de toda a cadeia, e a dinâmica do complexo é claramente reativa ao crescimento do emprego e da massa salarial (no caso dos artigos mais populares) ou do nível de crescimento do PIB. (PROCHNICK e HAGUENAUER, 2001).

O fator crítico para a competitividade nessa cadeia é o grau de utilização de técnicas de gestão de matérias-primas, mão-de-obra e equipamentos. A gestão empresarial é decisiva, geralmente estabelecida na definição de um

segmento-alvo de mercado e na organização da produção para atender a seus requisitos. Particularmente importante é a manipulação ágil de informações, ou seja, conhecer o mercado e suas tendências no curtíssimo prazo, passando-se as informações às unidades produtivas, coordenando-se as etapas e reduzindo-se estoques (NAZARETH, 1994). Isso tem levado a uma forte tendência à liderança das indústrias finais do complexo; entretanto, as novas exigências de rapidez e flexibilidade na produção estão ampliando a necessidade de integração no complexo (SOARES, 1994).

Para uma melhor compreensão, a cadeia produtiva têxtil pode ser dividida em cinco principais segmentos, conforme segue (SILVA 2002):

- Fibras e Filamentos;
- Indústria Têxtil;
- Indústria da Confeção;
- Insumos Químicos;
- Máquinas e Equipamentos.

O segmento fibras e filamentos compreende a produção de fibras naturais de origem vegetal, animal e mineral, bem como os processos químicos relacionados ao processamento das fibras artificiais, sintéticas e modificadas (não sintéticas).

No segmento da indústria têxtil encontram-se as fases de fiação, malharia/tecelagem, tinturaria e acabamento. A fiação processa tanto as fibras naturais quanto as sintéticas e artificiais, produzindo o fio que irá ser transformado em tecido de malha pela malharia ou em tecido plano pela tecelagem. Cada um destes fios possui características técnicas e construtivas diferentes, dependendo da sua aplicação na fase seguinte. Na sequência, o tecido passa para a fase de tinturaria e acabamento para receber o tratamento final, conforme o desejado e geralmente estipulado pelo cliente. Esta fase recebe o nome de beneficiamento ou enobrecimento do tecido e é aqui que é conferida ao tecido a qualidade de cor, toque, aspectos dimensionais como largura, gramatura, etc.

A indústria da confecção é caracterizada como sendo o último elo da cadeia, é composto dos segmentos de vestuário e artigos confeccionados. O

segmento de vestuário é composto das classes de roupa íntima, de dormir, de esporte, de praia, de gala, social, de lazer, infantil e das classes de roupas especiais, como as de segurança, profissionais e de proteção. O segmento de artigos confeccionados é composto pela fabricação de meias, modeladores, acessórios para vestuário, artigos de cama, mesa, banho, copa, cozinha e limpeza, artigos para decoração e artigos industriais e de uso técnico. A produção do setor de confecção é destinada ao comércio atacadista, ao comércio varejista (cadeias e lojas independentes), às lojas de departamento, às lojas especializadas e a outras indústrias e atividades de serviços (IPT, 2003).

Já os outros dois segmentos dão a sustentação necessária em termos de insumos de produção, auxiliares químicos e corantes, assim como máquinas e equipamentos para que se processe a manufatura dos bens das diversas etapas da cadeia produtiva têxtil.

No Anexo A é apresentada a evolução da Indústria Têxtil no Mundo e no Brasil, com dados estatísticos da produção por segmento da cadeia produtiva têxtil.

O algodão é a fibra mais consumida pela Indústria Têxtil devido ao fato de que é o algodão que confere mais conforto e toque agradável ao vestir. Quando estas propriedades aliam-se às propriedades dos tecidos de malha circulares, obtém-se o que há de ideal para a pele. Este tipo de artigo é por muitos considerado como sendo uma *“segunda pele”*, por possuir, sob condições de baixa tensão, um alto grau de elasticidade e alongamento, o qual permite ao artigo aconchegar-se e vestir o corpo sem qualquer desconforto ao usuário.

Em contraste a esta excelente propriedade, os tecidos de malha em algodão possuem uma péssima estabilidade dimensional, ou seja, podem sofrer alterações dimensionais do comprimento e/ou da largura após os processos de manufatura do tecido e do artigo confeccionado. Está evidenciado que apesar das pessoas buscarem o conforto da *“segunda pele”*, estes mesmos consumidores querem uma melhoria da performance técnica dos tecidos. Cada vez menos as pessoas do mundo moderno dispõem tempo para lavar, secar, passar ou ter cuidados extras com suas roupas. A versatilidade e a praticidade já são fatores determinantes na escolha do guarda roupa. Sem falar dos custos de energia e água, imperativos ecológicos e do custo, na manutenção do vestuário. É

exatamente neste “nicho” de mercado que se posicionam os tecidos de fibras sintéticas, ofertando aos consumidores os ditos tecidos “tecnológicos ou inteligentes”.

Portanto, o problema neste caso, em particular, está em determinar a forma estável e de preferência constante que o material têxtil possa vir a assumir durante o processo industrial, bem como durante o uso até o fim de sua vida útil.

Apesar do grande número de trabalhos, na sua maioria de autoria internacional, que tem sido realizado sobre os fundamentos da teoria da estabilidade dimensional dos tecidos, há ainda uma carência de trabalhos científicos visando esclarecer de fato o que ocorre e que variáveis influenciam de fato no processo físico/mecânico do tecido de malha de algodão.

No intuito de explicar como obter na prática a estabilidade dimensional dos tecidos de malha em algodão torna-se necessário considerar em termos gerais: as mudanças nas estruturas, nas formas geométricas, nas dimensões e nas propriedades mecânicas das fibras, dos fios e dos tecidos.

Heap e Stevens (1992) resumem muito bem a melhor opção para obter-se a melhoria da performance dos tecidos de malha em algodão. De um modo geral, requer-se três principais elementos, cada qual com um certo grau de dependência entre si:

- a) um sistema racional de engenharia de desenvolvimento de tecido;
- b) um sistema de garantia de qualidade do tecido desenvolvido;
- c) um programa de desenvolvimento tecnológico e do conhecimento.

Portanto, uma das chaves do sucesso para atender esse mercado exigente por tecidos tecnológicos de alta performance, está na habilidade de se desenvolver novos e melhores tecidos de malha o mais rápido possível a um custo justo, na qualidade requerida.

Com os avanços na área de informática, modernos equipamentos e novas linguagens de programação e de simulação tem permitido empregar a técnica de simulação nas diversas áreas do conhecimento humano, fatos que têm propiciado

aos usuários ganhos de tempo nos desenvolvimentos e análises de viabilidade técnica e econômica.

No caso específico das engenharias, a adoção da técnica de simulação tem trazido benefícios como: (a) a previsão de resultados na execução de uma determinada ação, (b) a redução de riscos na tomada decisão, (c) a identificação de problemas antes mesmo de suas ocorrências, (d) a eliminação de procedimentos em arranjos industriais que não agregam valor a produção, (e) a realização de análises de sensibilidade, (f) a redução de custos com o emprego de recursos (mão-de-obra, energia, água e estrutura física) e (g) a revelação da integridade e viabilidade de um determinado projeto em termos técnicos e econômicos (SILVA, 2004).

Diante deste cenário, questiona-se se é possível modelar matematicamente as alterações dimensionais dos tecidos de malha em algodão, de forma a ser aplicado na prática das indústrias têxteis que produzem tecidos de malha em algodão, a fim de torná-los mais competitivos?

1.2 Origem do trabalho

O presente trabalho origina-se na necessidade de enriquecer as atuais técnicas de desenvolvimento de tecidos de malhas em algodão existentes nas empresas têxteis brasileiras, propiciando a estas empresas maior capacidade à inovação, para não somente defender-se da competição global, mas principalmente acelerar os processos de mudanças, tendo a tecnologia do conhecimento de desenvolvimento como o elemento motriz e a base para um sucesso competitivo. Tornando o setor têxtil do Vale do Itajaí e Itapocu, integrado no contexto da globalização da economia e dos produtos, aumentando suas chances de atuar com maior sucesso na atividade de exportação.

Mas como aumentar a velocidade de desenvolvimento dos tecidos de malha de algodão, de maneira assertiva, sem gerar desperdícios, sem utilizar a capacidade produtiva instalada e sem consumo de matéria-prima? Não existia no

Brasil uma ferramenta que permitisse a melhoria dos processos de desenvolvimento de tecidos de malha de nossa indústria, para que se aproximem do padrão de operação dos concorrentes internacionais. O presente trabalho traz o desenvolvimento de um modelo que responde a essa necessidade.

1.3 Justificativa do trabalho

Para as empresas industriais de maneira geral, em especial as indústrias têxteis exportadoras, a alta eficiência no desenvolvimento do produto é fator relevante para o seu sucesso. Nas empresas têxteis catarinenses de perfil exportador, a aplicação dos conceitos de predição dimensional dos tecidos de malha, pode levar à obtenção de performance produtiva superior.

Observa-se que somente a partir dos anos 90, os empresários do setor têxtil se mostraram preocupados com o posicionamento das suas empresas perante a abertura do mercado internacional. Nesse mesmo período o mundo percebe que o novo século é a era do mais rápido, do mais diversificado, do preço justo e da qualidade assegurada, ou seja, aumenta-se em escala geométrica a complexidade dos produtos, dos mercados e da logística como um todo. Além disso, a diferenciação dos pedidos e conseqüentemente a redução dos lotes de fabricação destes pedidos, vêm sendo visto como um caminho para a satisfação dos clientes, principalmente no mundo da moda. Para agravar ainda mais a situação das empresas têxteis do segmento do algodão, ocorreu neste período o desenvolvimento e a inserção das fibras sintéticas e artificiais, dando uma característica diferenciada aos produtos, tornando-os mais atrativos aos olhos dos consumidores que já se tornavam ansiosos por novidades e por produtos com mais qualidade.

A maioria das indústrias têxteis brasileiras vende para o exterior no modo "private label", ou seja, produz conforme a especificação de terceiros. O grande desafio destas empresas está em atender às exigências de qualidade. Em se tratando de tecido de malha em algodão, o principal elemento para se qualificar

como fornecedor de artigos têxteis é o atendimento das especificações de estabilidade dimensional e de solidez das cores.

É, portanto, neste ponto, que reside o desafio maior. Tornar-se-á competitiva a empresa que adotar uma política de desenvolvimento de produtos, como um dos processos-chave para a competitividade na manufatura. Movimentos de aumento da concorrência, rápidas mudanças tecnológicas, diminuição do ciclo de vida dos produtos e maior exigência por parte dos consumidores requerem agilidade das empresas, produtividade e alta qualidade que dependem necessariamente da eficiência e eficácia da empresa neste processo.

Para atender a demanda de um mercado cada vez mais exigente, as empresas produtoras de tecidos de malha em algodão, têm carência por pesquisas sobre o controle da estabilidade dimensional dos artigos em algodão. Apesar da crescente e continuada popularidade da fibra de algodão, reconhecidamente como sendo uma fibra que proporciona extremo conforto, ideal para o uso direto sobre a pele, o algodão por ser uma fibra natural possui propriedades limitadas, como, por exemplo, o encolhimento após sucessivas lavagens. É imperioso que a estrutura dimensional dos tecidos seja investigada.

Logo, a predição da performance do tecido de malha em algodão após a fabricação e o uso é um importante fato. Assim como, o desenvolvimento de um modelo para a predição dimensional em tecidos de malha de algodão com banco de dados de empresas de perfil exportador que permita a sua aplicação na indústria têxtil nacional.

O trabalho experimental realizado no presente projeto baseia-se nas pesquisas e ensaios efetuados nas empresas em que trabalhou o pesquisador, Cia. Hering S.A. e Marisol S.A. onde, se pode construir um abrangente banco de dados baseados em uma série de tipos diferentes de tecidos de malha e processos sob um estreito controle de qualidade, todavia em escala industrial e sob condições realísticas de comercialização, validando assim o modelo desenvolvido.

De forma resumida pode-se dizer que as principais justificativas que motivaram o presente trabalho são:

a) Grandes reduções de tempo, diminuições de custos e melhorias da qualidade de processos e produtos com a adoção da simulação computacional para os processos industriais têxteis.

b) O algodão, apesar de ter perdido nos últimos 20 anos o seu “*market share*”, continua sendo a fibra têxtil de mais consumida no mundo (IEMI, 2003).

c) O tecido de malha em algodão tem como característica física, um baixo desempenho na estabilidade dimensional se comparado com as fibras sintéticas e artificiais, principalmente no quesito encolhimento após sucessivas lavagens.

d) O tecido de malha em algodão possui como principal vantagem técnica em relação às outras fibras:

- toque macio e natural;
- hidrofiliidade natural;
- as suas propriedades físicas podem ser controladas durante os processos de fabricação do tecido de malha.

e) As indústrias têxteis da região do Vale do Itajaí e do Itapocu são tradicionalmente algodoeiras.

f) A existência de uma lacuna na bibliografia sobre o assunto, muito pouca referência foi escrita recentemente ou é de difícil disponibilidade para pesquisadores da área no Brasil.

1.4 Questão e hipóteses da pesquisa

Pode-se definir como questão central do presente trabalho o seguinte ponto:

“É possível modelar matematicamente as alterações dimensionais dos tecidos de malha em algodão, de forma a ser aplicado na prática das indústrias

têxteis que produzem tecidos de malha em algodão a fim de torná-las competitivas nos seus mercados de atuação?”

Para responder a essa questão, trabalha-se com a hipótese central, a ser comprovada, de que:

“Como o algodão é uma fibra que possui propriedades físicas que se alteram de forma permanente somente pelas variáveis de Malharia e pelas variáveis de Beneficiamento, uma vez que estas variáveis sejam conhecidas e controladas, pelo ponto de vista prático, as dimensões dos tecidos de malha em algodão podem vir a ser previstos antes mesmo de serem produzidos.”

Além da hipótese central, trabalha-se com uma hipótese secundária, não menos importante, com o seguinte ponto:

“Os tecidos de malha, geralmente possuem tensões residuais do processo de manufatura que nunca se recuperam totalmente, a não ser que o artigo seja submetido consecutivamente a diversas lavações e secagens em máquina rotativa.”

A importância da hipótese secundária reside no fato de que os tecidos de malha em algodão possuem certas qualidades que permitem aos artigos confeccionados moldarem-se perfeitamente ao corpo de forma natural e agradável. Contudo, os tecidos de malha em algodão são propensos a esticarem ou a outras deformações físicas; isto se deve ao fato de que tanto os fios, quanto a estrutura do tecido de malha, sofrem diversos tipos de forças mecânicas quando processados.

1.5 Objetivos

No sentido de promover a identificação da validade das hipóteses levantadas, este trabalho é guiado por um objetivo geral, desdobrado em um conjunto de objetivos específicos, listados a seguir.

1.5.1 Objetivo Geral

Desenvolver um modelo para predição da alteração dimensional em tecidos de malha de algodão, com um banco de dados de empresas da região do Vale do Itajaí e do Itapocu, e aplicá-lo em escala industrial para validar o modelo.

1.5.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos estão atrelados ao entendimento de quais variáveis e de que forma elas afetam a estabilidade dimensional dos tecidos de malha em algodão.

Assim sendo:

- a) estudar o mecanismo de encolhimento dos tecidos de malha em algodão, de forma teórica e experimental após repetidas lavagens das amostras;
- b) desenvolver a compreensão do fenômeno físico e mecânico que ocorre no processo de relaxamento do tecido de malha, provocando o encolhimento e a torção das costuras laterais dos artigos confeccionados;
- c) provar através de ensaios e modelos matemáticos que estes processos de relaxamento tidos como encolhimento são previsíveis e, portanto, são passíveis de ser controlado antes mesmo dos artigos serem produzidos;
- d) criar um banco de dados com parâmetros de processo de produção de tecido de malha de algodão;
- e) gerar predições quanto ao comportamento do tecido confiáveis, pela técnica de simulação, diminuindo os custos com testes reais no processo industrial;
- f) formular um conceito de processo ideal para a manufatura dos tecidos de malha em algodão, definindo e determinando os parâmetros e as variáveis relevantes que garantam a melhor reprodutibilidade do sistema de desenvolvimento proposto;

As perguntas a serem respondidas nesta tese são:

a) Por que tecidos de malha em algodão encolhem em diferentes níveis quando estes são produzidos a diferentes gramaturas e larguras (na essência, diferentes cursos e colunas por unidade de comprimento)?

b) Estas diferenças são resultados somente das variáveis de malharia ou o tingimento, o acabamento e a confecção também produzem impactos e influenciam nos níveis de encolhimento?

c) Finalmente, seria possível a um fabricante têxtil de tecidos de malha em algodão, a partir do histórico de dados relativos às dimensões do tecido (tais como gramatura, largura e encolhimento) utilizá-los para algo mais do que descrever a geometria e a topologia do tecido?

Esta tese mostrará que o desempenho dos tecidos de malha em algodão, quanto à estabilidade dimensional poderá ser previsível através da simulação computacional. A partir de um banco de dados empíricos, formula-se correlações e desenvolve-se um programa computacional que permite a cada fabricante reproduzir, dentro da realidade de sua empresa, as características do tecido desejado pelo seu cliente. O programa não se baseia tão somente no fio e nas regulagens de malharia, mas nos processos e técnicas utilizadas na tinturaria e no acabamento.

1.6 Metodologia científica empregada

Como método de trabalho, esta tese segue uma linha de raciocínio no processo de pesquisa fundamentada no método dedutivo, no qual tem o objetivo de explicar o conteúdo das premissas, por intermédio de uma cadeia de raciocínio até chegar a uma lógica capaz de elaborar um algoritmo.

Do ponto de vista de sua natureza, este trabalho é aplicado, pois gera conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução da questão de pesquisa levantada, ou seja, se é possível modelar um sistema preditivo alteração

dimensional em tecidos de malha em algodão, com um banco de dados de empresas catarinenses de perfil exportador.

Quanto à forma de abordagem, trata-se de um trabalho quantitativo por traduzir a hipótese de pesquisa em números, classificando-as e analisando-as. Quanto aos seus objetivos, é uma pesquisa explicativa, pois visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência do fenômeno das alterações dimensionais dos tecidos de malha em algodão de forma experimental.

Para dar suporte a esta pesquisa quantitativa e explicativa, são empregados como procedimentos técnicos, com a pesquisa bibliográfica, para dar a base fundamental dos conceitos empregados na pesquisa experimental, para daí traçar um quadro teórico que fará a estruturação conceitual que dará sustentação ao desenvolvimento de toda a pesquisa. Cabe salientar, que o tema escolhido oferece pouca bibliografia a respeito, existindo também uma lacuna de tempo entre as publicações, não havendo disponível material mais atual. Dada a fundamentação teórica necessária, utilizou-se ainda como procedimento técnico a pesquisa experimental, selecionando-se as variáveis que seriam capazes de influenciar no objeto de estudo, para então definir as formas de controle e de observações dos efeitos que as variáveis produzem no objeto.

O presente trabalho apresenta uma contribuição inédita por desenvolver e aplicar um modelo conceitual de desenvolvimento, predição e controle do comportamento físico dos tecidos de malha em algodão, a partir de um banco de dados de escala industrial, formado por empresas líder em seus segmentos, na região norte do estado de Santa Catarina.

A originalidade do modelo proposto repousa no fato de que retrata a realidade de cada empresa, pois levam em consideração fatores como máquinas, equipamentos e rotas próprias de cada empresa, aliado a isto o fato de que o modelo pode ser calibrado no momento em que alguns dos fatores mencionados forem alterados por qualquer motivo.

1.7 Limitações do trabalho

O presente estudo trabalha com limitações ligadas à amplitude da análise, à amostra utilizada e ao banco de dados, para representar o modelo matemático proposto.

O modelo matemático apresentado limita-se à análise ao âmbito dos tecidos de malha circular em fibra 100% algodão.

Outras limitações estão nas estruturas dos tecidos de malha, aqui estão apresentadas em quatro tipologias: meia-malha, *piqué* simples, ribana 1x1 e *interlock* e nos tipos e títulos dos fios.

1.8 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado em seis (6) capítulos. O capítulo inicial, de introdução, expõe a origem do trabalho, sua justificativa, a questão e hipótese central da pesquisa, os objetivos geral e específicos, o modelo científico utilizado e as limitações. Apresenta as considerações iniciais, introduzindo de forma contextualizada à indústria têxtil no mundo, no Brasil e nas regiões do país, enfatizando a importância da região Sul, mais especificamente o estado de Santa Catarina na manufatura de tecidos de malha em algodão dentro de um cenário competitivo e globalizado.

Os capítulos seguintes estão estruturados da seguinte forma:

Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica: aprofunda-se na história do surgimento do setor têxtil no Brasil, passando pela reestruturação que vem sofrendo, as suas novas perspectivas e as inovações tecnológicas deste setor. A partir daí, entra-se no campo técnico da indústria têxtil, investigando-se as propriedades da fibra do algodão, o processo de tecimento dos tecidos de malha, as diversas estruturas básicas de tecidos de malha, os processos de tingimentos e acabamentos. Para então, adentrar no mecanismo de relaxamento dos tecidos de malha e suas

alterações dimensionais. Baseado na literatura e nos trabalhos experimentais realizados, é formulado um modelo e desenvolvido um programa computacional para a predição da alteração dimensional dos tecidos de malha em algodão.

Capítulo 3 – Metodologia: neste capítulo é apresentada a metodologia empregada para a amostragem e caracterização do modelo que prevê as alterações dimensionais de um tecido de malha, descrevendo todas as etapas e sub-etapas que compõe a referida metodologia, assim como a descrição: dos equipamentos, da rota, dos ensaios e dos parâmetros de processo.

Capítulo 4 – Desenvolvimento do Algoritmo Computacional: são apresentados os conceitos de modelos matemáticos empregados em computadores, utilizando-se modelos de simulação. É apresentado também o modelo matemático em computador proposto para validar a questão da pesquisa.

Capítulo 5 – Resultados: é relatada a experiência prática da implantação da Metodologia proposta em duas grandes empresas têxteis da região do Vale do Itajaí, ressaltando os resultados obtidos destes ensaios, bem como contemplando a análise e interpretação destes dados.

Capítulo 6 – Conclusões e Recomendações: apresenta as conclusões e as recomendações, com a apresentação dos passos do trabalho de pesquisa realizado, as evidências dos pontos que permitiram a validação do modelo pela confirmação da hipótese central deste trabalho, e o cumprimento do objetivo geral e dos objetivos específicos, sempre referenciando os itens do trabalho onde os pontos foram apresentados de forma extensa. O capítulo pontua as oportunidades de melhoria da análise explorada.

Seguem-se, por fim, as referências bibliográficas e os anexos do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da indústria têxtil

Apesar de provavelmente os primeiros artigos de vestuário e de decoração do Homem terem sido de peles de animais e algumas vezes unidos por algum material cortante ou penetrante como ossos, ele rapidamente aprendeu a manipular fibras em tecidos têxteis, muito encorajadas por experiências realizadas no entrelaçamento de cipós, folhas e gramas com o intuito de produzir abrigos primitivos.

Todavia, a indústria têxtil percorre anos de trajetória de desenvolvimento. A arte da tecelagem, portanto, remonta à Pré-História; ela é considerada uma das mais antigas manifestações da humanidade, junto com o domínio do fogo e a invenção da roda.

Os primeiros tecidos de algodão foram fabricados na Índia há cerca de 3 mil anos antes de Cristo. No Egito e na Criméia, foram desenvolvidos os tecidos de linho. Os tecidos encontrados nos túmulos egípcios, datados entre os anos 3 mil e 2 mil a.C., permitem concluir a existência de uma avançada técnica de fiação e tecelagem do linho e também do algodão, Spencer (1989).

A palavra “*têxtil*” é originada do verbo em latim “*texere*”, ou tecer em português, originariamente aplicado somente a tecidos planos (tear), tem se tornado um termo geral para fibras, tecidos e outros materiais que podem ser transformados em tecidos, produzidos por entrelaçamentos ou qualquer outro método.

Desta forma, fios, cordas, fitas, renda, bordados, redes e tecidos feitos por tecelagem, malharia, feltragem e alguns outros, são têxteis. Algumas definições do termo têxtil poderiam ainda ser aplicado naqueles produtos obtidos

pelo princípio de fabricação de papel (não tecidos) que tem muitas propriedades associadas aos tecidos convencionais.

Falar sobre a importância da Indústria têxtil, é o mesmo que descrever o dia-a-dia das pessoas, pois a todo o momento as pessoas no mundo inteiro, conscientes ou inconscientemente tomam decisões que afetam o ramo de atividade têxtil. Desde a simples escolha da roupa que irá vestir para iniciar o seu dia de trabalho, até o tipo de estofamento que será utilizado para compor uma nova aeronave que está sendo desenvolvida. Na verdade o mundo moderno está cercado por produtos advindos das inúmeras indústrias têxteis espalhadas pelo mundo. Poucos dos produtos manufaturados hoje podem ser produzidos sem a presença de componentes têxteis. Até mesmo alimentos processados passam por filtrações em elementos de origem têxteis, como por exemplo, filtros.

Os produtos têxteis podem ser classificados quanto à finalidade do uso em duas formas diferentes; para fins industriais ou aplicação doméstica. Na aplicação doméstica, pode-se subdividir em vestuário, cama, mesa, banho e decoração. É nesta área que entra um item de grande subjetividade na escolha do consumidor dos artigos têxteis, a decisão muitas vezes está baseada não somente nas funções básicas ou específicas para a qual o item foi projetado ao menor custo, mas também nas funções de estima e moda.

A moda representa quem somos, o que pensamos e o que queremos dos outros, das maneiras mais objetivas ou subjetivas possíveis. Também reflete uma época e os costumes de uma sociedade. Através dela, a roupa sempre foi utilizada como instrumento social para exibir riqueza e posição. As roupas podem revelar nossas prioridades, nossas aspirações, nosso liberalismo ou conservadorismo. Elas emprestam elegância e cor ao nosso ambiente e dão forma aos nossos sentimentos. Assim como a arte e a sociedade afetam a moda, também a indústria, o comércio e a ciência o fazem. A tecnologia está a serviço da moda. Além de se preocupar com as tendências os estilistas e a indústria têxtil procuram aliar a beleza à praticidade, considerando-se que os artigos têxteis cobrem 80% do nosso corpo, estarmos em contato com eles 24 horas por dia e por fim ser considerado a segunda pele do corpo humano.

Hoje são inúmeros os recursos tecnológicos para melhorar o desempenho dos artigos têxteis, aumentando a resistência, conferindo mais conforto,

possibilitando enfrentar baixas e altas temperaturas, economizar tempo na manutenção das roupas e auxiliar na saúde física e mental do corpo. Tecidos com microcápsulas de parafina que derretem, produzindo cheiros, aromas, vitaminas, óleos hidratantes, tecidos com memória que armazenam formas, camisas que dispensam o ferro de passar, ternos que podem ir direto a uma máquina de lavar, tecidos com proteção contra raios UV, antifungos, tecidos que respiram, ajudando a evaporação do suor e proporcionando ao atleta uma melhor performance, são alguns dos novos lançamentos nesta área.

Como prevê Deweick (2003):

Mais do que inteligentes os tecidos tecnológicos provam que o futuro ainda esconde novidades para facilitar o dia a dia. As previsões são de roupas até mesmo conectadas à Internet. Já pensou abastecer a geladeira através de seu *tailleur* ou checar *e-mails* pela camiseta?

Nas aplicações industriais, os tecidos têxteis são reconhecidos como tecidos técnicos e podem ser aplicados em diferentes ramos de atividades econômicas, conforme se pode visualizar na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Campos de aplicação de tecidos técnicos

| Setor | Exemplos | Mercados |
|-----------------------------|---|--|
| Geologia | Forros, revestimentos, telas, isolamentos, gramas artificiais ("geotextiles") | Construção e pavimentação de estradas, engenharia hidro-sanitária e engenharia civil |
| Construção | Isolamentos e materiais de cobertura civil | Empresas de construção civil e firmas de arquitetura |
| Agricultura | Proteções ao sol e intempéries para estufas, redes de pesca ("agrotexiles") | Agroindústria e pesca |
| Transporte | Tapetes, estofados, <i>airbags</i> , carpetes, cintos de segurança | Indústrias automobilísticas, aeronáuticas, navais ... |
| Medicina | Bandagens, fraldas, esparadrapos | Hospitais |
| Embalagem | Cordões, sacos e sacolas, | Comércio e indústria |
| Militar e Serviços Públicos | Equipamentos de combate ao incêndio: mangueiras, roupas, cobertores. Coletes a prova de balas, pára-quedas... | Industria militar/segurança e industrias petrolífera |
| Comunicações | Fibras óticas, cabos condutores | Setor de telecomunicações |
| Industria | Filtros, esteiras transportadoras, correias, tapetes industriais, cintas... | Engenharia industrial mecânica, química, eletroeletrônica |

Fonte: SENAI-CETIQT. Coordenação Acadêmica de Educação Superior. Programa Brasileiro de Prospectiva Tecnológica Industrial. (2002).

A história da indústria têxtil, portanto, confunde-se com a própria história da humanidade e da complexa cadeia a ela relacionada. Uma abordagem da evolução da Indústria Têxtil no mundo e no Brasil é apresentada no Anexo A. A Cadeia Têxtil, envolvendo o cenário atual, os desafios, as estratégias competitivas, a inovação tecnológica e as competências essenciais são abordadas no Anexo B.

2.2 Matéria-prima

2.2.1 Fibras têxteis

A menor parte do artigo de vestuário, dos tecidos de banho, cama, mesa ou qualquer outro tecido, tem na sua composição um tipo de fibra têxtil.

As fibras têxteis podem ter várias origens, e é esse o critério comumente utilizado para a sua classificação. Assim as fibras podem ser: de origem natural se são produzidas pela natureza sob uma forma que as torne aptas para o processamento têxtil; ou de origem não-natural se são produzidas por processos industriais, que a partir de polímeros naturais transformados por ação de reagentes químicos (fibras regeneradas ou artificiais) quer por polímeros obtidos por síntese químicas (fibras sintéticas). (ARAÚJO; CASTRO, 1986-87)

A classificação geral das fibras têxteis está resumida na Figura 2.1 a seguir.

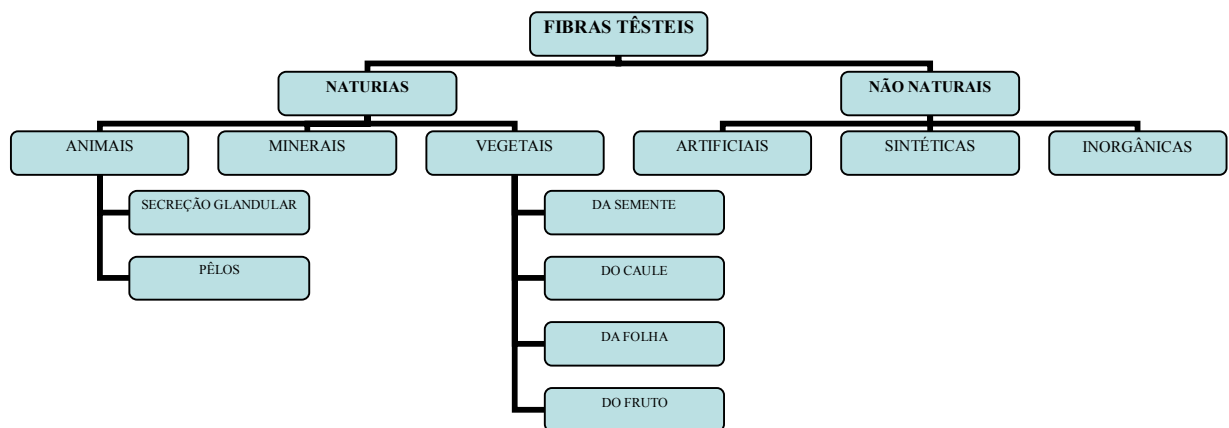


Figura 2.1: Classificação geral das fibras

Fonte: Ribeiro e Andrade Filho (1984-87, p. 67).

Estas fibras tanto as naturais quanto as não naturais diferem-se de inúmeras maneiras. Cada qual possui características e propriedades diferentes, sejam as dimensões de suas cadeias moleculares, cristalinidade, as cores, a

massa específica, temperatura de fusão ou transição vítrea, elasticidade, hidrofiliidade e muitas outras que irão conferir ao tecido aplicações diversas. Daí a grande importância de se conhecer de forma profunda as fibras têxteis e seus aspectos técnicos antes de se desenvolver um determinado tecido, ou seja, tudo na cadeia têxtil passa primeiramente pela correta escolha da fibra têxtil.

2.2.1.1 Fibras têxteis e suas propriedades

O que confere a cada fibra têxtil uma qualidade diferenciada e única é a sua composição química. Portanto as fibras têxteis são classificadas de acordo com a sua composição química e de sua estrutura molecular. Quase sempre, sejam fibras naturais ou não naturais, o elemento carbono está presente, ligado na sua maioria das vezes com outros elementos como hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e elementos alógenos, como flúor, cloro e iodo. A forma com que estes elementos se ligam, formando as cadeias de polímeros, afetam as características e propriedades de alongamento, elasticidade, resistência, absorção entre outras. As maiorias das fibras possuem estruturas cristalinas, mas elas também possuem áreas amorfas. Estas áreas amorfas se comparadas com as estruturas cristalinas das fibras possuem baixa resistência à tração. Se as redes cristalinas forem orientadas, a resistência da fibra aumenta ainda mais. Contudo, as áreas amorfas contribuem para absorção de corantes e da umidade, por terem maiores espaços entre as moléculas. Além disso, fibras amorfas possuem uma maior elasticidade e alongamento se comparadas com fibras cristalinas de cadeias orientadas.

O entendimento dos processos têxteis, não requer tão somente o conhecimento da química, mas também a compreensão dos fenômenos físicos. No processamento em toda a cadeia têxtil, ou seja, desde a fibra até o artigo confeccionado, existe uma composição de forças e tensões agindo diretamente sobre as fibras, fios, tecidos e artigos confeccionados. O comportamento do artigo têxtil em reação a este conjunto de forças é que irá determinar quando, como e que tipo de fibra e fio será usado no processamento do tecido ao artigo final. As principais características físicas das fibras têxteis são: massa específica, gramatura, diâmetro, resistência à tração, tenacidade, hidrofiliidade, temperatura de transição vítrea e ponto de fusão.

As moléculas de uma fibra têxtil absorvem a energia térmica e podem mudar a sua estrutura química ou a sua configuração física, sendo esta propriedade muito explorada na indústria têxtil, a fim de se obter algumas características e propriedades desejáveis em alguns materiais. Os polímeros termoplásticos, por exemplo, sob uma temperatura alta rearranja a sua estrutura molecular criando mais áreas cristalinas ou amorfas. Assim tanto a fibra quanto o tecido assumem propriedades físicas e químicas diferentes das originais.

Quando fibras que não estiram ou não encolhem quando na presença de forças ou expostas a umidade e calor, são ditas fibras de alta estabilidade dimensional. Muitas fibras são inerentemente estáveis quanto ao aspecto dimensional, mesmo que os tecidos compostos por estas fibras apresentem algum tipo de encolhimento.

Os tecidos encolhem devido à ação de forças impostas durante o seu processamento. Tecidos que são submetidos à ação de forças por processos mecânicos, naturalmente tendem a retornar as suas dimensões originais, logo após a retirada destas forças ou quando na presença de umidade, ou seja, nas primeiras lavagens. Este tipo de encolhimento é conhecido como relaxamento ou encolhimento residual. Quando uma fibra encolhe repetidas vezes; mesmo após o relaxamento, diz-se que o encolhimento é progressivo.

As fibras podem ser classificadas de acordo com os seus atributos de aparência, de conforto e de desempenho.

Os principais atributos de aparência são:

- *drapé*: refere-se ao caimento do tecido no objeto que cobre. Este aspecto é importante em vestuário, tecidos para tapeçaria, decoração, etc.;
- *textura*: o apelo visual e tátil (reação ao manuseio). Atributo importante no vestuário, banho e tecidos do lar;
- *cor*: dada pela cromaticidade, intensidade e brilho. A reprodução da cor é um dos aspectos mais importantes do mercado da moda;
- *retenção ao vinco*: a capacidade de uma peça passada, reter vincos ou pregas durante o uso. Importante para calças, ternos e uniformes;

- recuperação ao enrugamento: durante o uso as peças podem adquirir dobras ou vincos indesejáveis. A recuperação ao enrugamento é o poder do tecido de eliminar estes amarrotamentos indesejáveis ao ser pendurado entre os períodos de uso.

Os principais atributos de conforto são:

- Absorção de umidade: capacidade da fibra de absorver umidade na forma de vapor de água do corpo ou de fontes externas, sem que o usuário tenha a sensação de molhada. Isto é importante para peças íntimas, meias, cobertores ou artigos que tenham contato direto com o corpo por um certo período de tempo. A lã pode absorver até 30%, o algodão 8% e sintéticos de 0 a 4% de umidade, antes que o usuário tenha a sensação de molhado ao tato.

- Elasticidade e Alongamento: capacidade do tecido de alongar sob a ação de força e depois recuperar o comprimento inicial após cessar a aplicação da força. A elasticidade é a principal característica dos fios de elastano, assegurando alto alongamento com retorno garantido. Isto é essencial para artigos utilizados junto ao corpo, pois seu índice de alongamento permite moldar e acompanhar os movimentos com maior conforto, resultando em alto efeito elástico.

- Porosidade: refere-se aos espaços ou canais de interconexão no tecido, através dos quais gases ou líquidos podem fluir. Isto afeta a capacidade do tecido “respirar” (transferência de massa com o exterior), um fator favorável ao conforto.

- Permeabilidade: diz respeito ao aquecimento ou resfriamento e influencia o grau de proteção, que o tecido irá propiciar ao usuário.

Os principais atributos de Desempenho são:

- repelência à água: a propriedade da fibra de resistir a molhar-se quando imersa ou lavada com água. Importante em roupas externas e roupas de segurança;

- resistência a abrasão: poder de resistência da fibra/tecido a constantes atritos de materiais abrasivos;

- resistência ao encolhimento: capacidade do material de manter um tamanho constante quando lavado ou submetido a qualquer tipo de agitação mecânica;

- solidez: capacidade de o material resistir a diversas ações físicas e químicas sem alterar o seu aspecto e características iniciais. Como por exemplo, resistência à luz solar, à lavagem, ao suor, à fricção, etc.

Outras propriedades, além das citadas, são discutidas em diversas literaturas (ARAÚJO e CASTRO, 1986-87; COLLIER e TORTORA, 2001), sendo importante frisar que é a soma das propriedades de cada fibra que irão determinar a qualidade e a finalidade de uso do tecido desejado. Uma fibra pode ter uma propriedade de baixa abrasão, média absorção, mas alta tenacidade, desta forma a seleção desta fibra em particular estará atrelada ao seu fim. Outro fator que não deve se deixar de lado na questão da seleção da fibra é o seu custo e a sua disponibilidade no mercado.

Tabela 2.2 (a) e (b): História das fibras têxteis

(a) FIBRAS NATURAIS

| Data estimada | Fibra | Origem e produção |
|----------------------|--------------|--|
| 5.000+ AC | LINHO: | <ul style="list-style-type: none"> • Geralmente considerada como sendo a fibra natural mais antiga. • O linho foi utilizado como mortalha nos Faraós Egípcios. • Maior produtor: Estados Soviéticos, Polônia, Alemanha, Bélgica e França. |
| 3.000+ AC | ALGODÃO: | <ul style="list-style-type: none"> • Uso estimado entre 3.000 AC a 5.000 AC. • A invenção do engenho de Eli Whitney em 1793 revolucionou o processamento do algodão. • O desenvolvimento do tear mecânico em 1884 trouxe mais uma significativa evolução na indústria algodoeiro. • Maiores produtores: Estados Unidos, Rússia, China e Índia. • Outros importantes produtores: Paquistão, Brasil, Turquia, Egito. |
| 3.000 DC | LÃ: | <ul style="list-style-type: none"> • Usado pelo ser humano na pré-história. • Existem mais de 40 tipos diferentes de animais que produzem aproximadamente 200 tipos de lã. • Maiores produtores: Austrália, Nova Zelândia, Rússia, China África do Sul e Argentina. |
| 2.600 DC | SEDA: | <ul style="list-style-type: none"> • Acredita-se ter sido descoberto por uma princesa Chinesa. • Seda é produzida através de dois filamentos contínuos unidos provindos do casulo do bicho da seda. • A produção da seda começa por volta de 1725 AC, patrocinada pela esposa de um imperador Chinês. • O cultivo e a fabricação da seda foram salvaguardados pelos Chineses por mais de 3.000 anos. • O maior produtor atualmente da seda é o Japão. |

(b) FIBRAS NÃO NATURAIS

| Data | Fibra | Primeira Produção Comercial |
|-------------|----------------|---|
| 1910 | RAIOM: | <ul style="list-style-type: none"> A primeira fibra não natural produzida pelo Homem. A primeira produção commercial se deu em 1910 nos Estados Unidos pela American Viscose Company. Pela manipulação de dois diferentes químicos e técnicas de manufatura, dois tipos de raiom foram desenvolvidos, o raiom viscose e o raiom acetato. Nos dias de hoje, apenas o raiom viscose é produzido nos Estados Unidos. |
| 1924 | ACETATO: | <ul style="list-style-type: none"> A primeira comercialização desta fibra se deu em 1924 pela Celanese Corporation. |
| 1939 | NÁILON: | <ul style="list-style-type: none"> A primeira produção em escala industrial se deu em 1939 pelo E. I. du Pont de Nemours & Company, Inc. É a segunda fibra sintética mais utilizada no mundo, atrás apenas do polyester. |
| 1950 | ACRÍLICO: | <ul style="list-style-type: none"> A primeira comercialização desta fibra se deu em 1950 nos Estados Unidos pela E. I. du Pont de Nemours & Company, Inc. |
| 1953 | POLIÉSTER: | <ul style="list-style-type: none"> A primeira produção desta fibra se deu em 1953 nos Estados Unidos pela E. I. du Pont de Nemours & Company, Inc. Poliéster é a mais popular fibra sintética do mundo. |
| 1954 | TRIACETATO: | <ul style="list-style-type: none"> A primeira produção de triacetato se deu nos Estados Unidos em 1954 pela Celanese Corporation. A produção em escala industrial de triacetate foi descontinuada em 1985. |
| 1959 | ELASTANO: | <ul style="list-style-type: none"> A primeira produção de elastano se deu nos Estados Unidos em 1959 pela E. I. du Pont de Nemours & Company, Inc. É uma fibra elastomérica de propriedades parecidas com a da borracha, permite um estiramento de 100% e com a mesma capacidade de retorno. O elastano é utilizado na forma de filamento contínuo. |
| 1961 | POLIPROPILENO: | <ul style="list-style-type: none"> A primeira produção se deu nos Estados Unidos pela Hercules Incorporated. Em 1966, a poliolefina foi a primeira e a única a receber um prêmio Nobel. |
| 1989 | MICRO FIBRAS: | <ul style="list-style-type: none"> A primeira produção em escala commercial se deu em 1961 nos Estados Unidos pela E. I. du Pont de Nemours & Company, Inc. Hoje, as microfibras são produzidas nas mais variadas fibras sintéticas, ou seja, de náilon, poliéster, acrílico, etc... A definição de micro fibra é aquela que possui menos de um denier por filamento. Micro fibra é a mais fina fibra, mais do que a mais delicada seda. Para relacionar a algo mais familiar – um cabelo é 100 vezes maior (mais grosso) do que uma micro fibra. |
| 1993 | LYOCELL: | <ul style="list-style-type: none"> A primeira produção em escala industrial de lyocell se deu em 1993 nos Estados Unidos pela Courtaulds Fibers, sob o nome comercial de Tencel. Considerada como sendo uma fibra ecologicamente correta, é produzida através da polpa de árvores especialmente plantadas para este propósito. É especialmente processada, usando-se solventes e técnicas de fiação que possibilitem a reciclagem reduzindo-se a emissão de efluentes. |

Fonte: Fabric Link (2003).

2.2.1.2 Fibras naturais

As fibras naturais têxteis vêm exercendo um papel fundamental na história da civilização. Desde o início dos tempos até o presente e certamente no futuro, as fibras naturais nunca deixarão de ter uma participação significativa na produção dos mais variados artigos industrializados. Pode-se encontrar estas fibras nos segmentos de vestuário, cama, mesa, banho, bem como em outros segmentos industriais, como a indústria farmacêutica, aeroespacial, alimentos, automotiva e muitas outras.

As fibras naturais podem ser divididas em três principais classes, de acordo com a sua natureza: vegetais, animais e mineral. Fibras vegetais são baseadas na celulose, substância fibrosa originária da pasta da madeira ou do “*linter*” do algodão. A celulose é o mais comum composto orgânico encontrado na natureza. A celulose é sintetizada sob a influência do calor e da luz solar pela reação do dióxido de carbono com a água das plantas. A este processo se dá o nome de fotossíntese. Exemplos das mais populares fibras desta categoria são: o algodão, o linho e a juta. Fibras animais são as fibras protéicas e os exemplos típicos são: a lã, o “*cashmere*”, a seda e os pêlos de animais como o camelo. A fibra mineral tem como exemplo o asbesto, muito aplicado em produtos de combate ao incêndio.

O algodão representa cerca de 97% do total das fibras naturais consumidas e de 90% das produzidas no Brasil, seguido, neste último caso, em ordem de importância, pela lã, pela juta, pelo rami e pela seda (IEMI, 2001).

Tabela 2.3: Brasil – produção de fibras naturais – 1990/98 (mil ton.)

| ANO | Algodão | Lã | Rami | Seda | Linho | Sisal | Juta | TOTAL |
|------|-----------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-----------|
| 1997 | 757.174 | 7.022 | 11.715 | 991 | 5.253 | 13.974 | 19.001 | 815.130 |
| 1998 | 870.740 | 6.107 | 12.665 | 962 | 3.295 | 8.732 | 17.760 | 920.261 |
| 1999 | 988.168 | 9.455 | 14.349 | 3.486 | 3.809 | 9.451 | 10.271 | 1.038.989 |
| 2000 | 1.194.568 | 11.427 | 7.248 | 3.657 | 3.327 | 13.556 | 7.231 | 1.241.014 |
| 2001 | 1.052.227 | 9.531 | 7.552 | 4.013 | 3.092 | 15.483 | 8.469 | 1.100.367 |
| 2002 | 996.897 | 10.827 | 7.552 | 4.013 | 3.092 | 16.788 | 9.926 | 1.049.095 |

Fonte: IEMI (2003).

2.2.1.3 Fibras animais

As fibras animais também são conhecidas como fibras protéicas por terem na estrutura química básica a composição de aminoácidos. Todas as fibras protéicas contem os elementos carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio em sua composição. Em cada fibra protéica estes elementos são combinados em diferentes quantidades e em diferentes formas moleculares. Como resultado, as propriedades de cada fibra tendem a serem conseqüentemente diferentes uma das outras, conferindo aos tecidos diversas formas, cores, texturas, etc..

As mais importantes fibras animais são a lã e a seda.

A lã: a lã ou pêlo como agente de proteção vem sendo utilizado desde da idade da pedra, quando as peles de animais primitivos eram utilizadas para cobrir o corpo humano. Araújo e Castro (1986-87), citam inclusive que no período Neolítico já se fazia uso têxtil da fibra de lã, sendo desenvolvidas as práticas da fiação rudimentar manual, da feltragem (encolhimento irreversível) e da tecelagem. A tosquia (corte da lã com o carneiro vivo) era citada na Bíblia (Gênesis) conforme a seguinte referencia: “*Labão foi tosquiar os seus carneiros...*”

Quimicamente a lã é composta por:

- 50% de carbono;
- 22 a 25% de oxigênio;

- 16 a 17% de nitrogênio;
- 7% de hidrogênio e;
- 3 a 4% de enxofre.

No entanto, as diferentes raças de ovinos não produzem a lã com uma composição química constante. Pode-se ainda encontrar-se (+/-) 1% de matéria mineral. Estes elementos estão estruturados em cadeia de aminoácidos constituindo a *Creatina* ou *Queratina* (que são as mesmas proteínas que compõem os pêlos, unhas e cabelos) e a *Lanolina* (óleo contido na lã). (ARAÚJO e CASTRO, 1986-87).

A fibra da lã possui importantes propriedades, entre elas destaca-se a isolamento térmica, graças principalmente ao colchão de ar formado pelas ondulações das fibras. Portanto, quanto mais fina for a fibra da lã e mais ondulada, maior a sua capacidade de isolamento térmico. A lã é ainda a mais higroscópica das fibras têxteis, absorvendo uma quantidade igual ou superior a 30% do seu próprio peso.

A lã é a mais resistente fibra em termos de inflamabilidade entre as fibras naturais, e também é considerada uma fibra elástica, tornando-se resistente ao amarrutamento quando seca.

As fibras de lã variam o seu comprimento de acordo com o tipo de animal, sendo os diâmetros de 25 microns os mais comuns. Encontram-se fibras com comprimentos que variam de 40 a 120 mm e quanto maior melhor.

As características mais importantes da lã são:

- pobre condutor de calor;
- a superfície da fibra é escamada;
- a superfície é ondulada e não lisa;
- sua combinação de escamas e ondulação permite a feltragem;
- alta extensibilidade – 30 ou até 40%.

Na Figura 2.2, pode-se observar o corte transversal da fibra de lã.

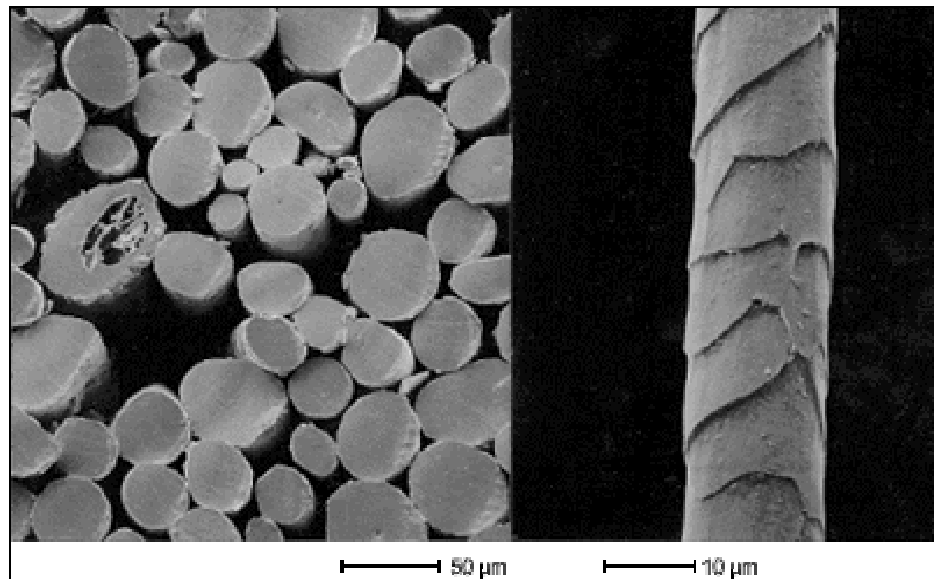


Figura 2.2: Corte da seção transversal da fibra de lã

Fonte: Textile Fibres & Terminology (2003).

Uma especial atenção a ser dada nos dias de hoje são as questões ecológicas, a produção da lã desde o seu cultivo até o seu beneficiamento utiliza-se muitas vezes de agentes químicos nocivos a natureza, tais como pesticidas e corantes contendo cromo.

A seda: a seda é obtida dos casulos do bicho-da-seda. O antigo cultivo do bicho-da-seda é originário da China. Por volta de 3.000 anos A.C. o homem não somente tinha aprendido sobre a cultura do bicho-da-seda como era apto a desenrolar o casulo para obter um filamento contínuo da seda. Na idade média a produção da seda chegou à Itália e França. Hoje desempenha um importante papel no Japão, China, Índia e Turquia.

O bicho-da-seda fia um casulo com filamento de 2.500 a 3.000 metros com uma finura média de 20 microns.

A composição química da seda é:

- Serecina (substância gomosa) = 22 – 25%;
- Fibroina (substância por aminoácidos) = 62.5 – 67%;
- Água = 10 -11%;

- Sais = 1 -1.5%.

Pode-se observar através da Figura 2.3 o corte da seção transversal e longitudinal da fibra da seda.

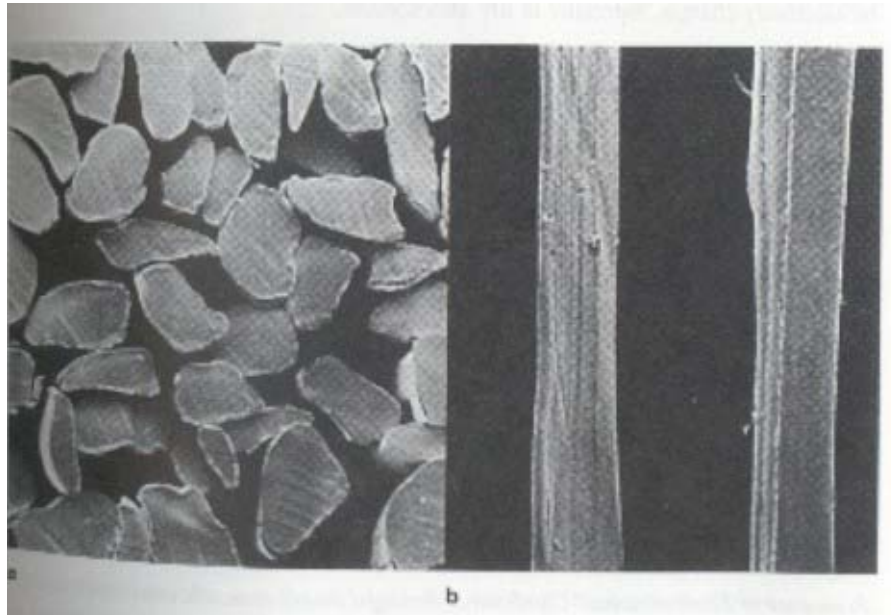


Figura 2.3: Foto microscópica da fibra da seda

Fonte: Collier e Tortora (2001, p. 121).

A seda possui uma inigualável capacidade de reflexão de cor e de absorção tintorial, apesar de ser mais difícil de tingir se comparada à lã. A absorção de água é igualmente boa, está na casa dos 11%.

A seda é a mais resistente das fibras naturais. É mais resistente do que a própria lã, por causa principalmente de suas redes cristalinas bem orientadas.

A estabilidade dimensional da seda é boa. A seda não estica ou deforma-se facilmente, mas apresenta encolhimento por relaxamento em virtude da sua alta capacidade de absorção da umidade.

2.2.1.4 Fibras vegetais

As fibras vegetais são compostas por celulose natural. fibras celulósicas naturais, são derivadas de uma grande variedade de sementes, dos caules e das folhas de plantas. Alguns exemplos de fibras vegetais são: algodão, linho, juta e o rami.

Todas estas fibras possuem uma composição química muito semelhante, porém as suas propriedades físicas, aparência e mecânicas diferem muito uma das outras. Esta variação pode ser notada principalmente nos tecidos manufaturados por diferentes fibras celulósicas, como a maciez de um tecido de algodão, contra o toque seco do tecido de linho. As maiores semelhanças destas fibras estão na grande capacidade de absorção, na hidrofiliidade, na boa condutibilidade térmica, na baixa resistência ao amarrotamento e na baixa estabilidade dimensional que proporcionam aos tecidos.

De todas as fibras vegetais, o algodão é a mais importante. A explicação para esta performance do algodão no mercado é na verdade bastante simples, primeiramente porque o algodão continua sendo a fibra têxtil preferida a ser utilizada em vestuário que possui contato direto com a pele do corpo, pois comparativamente às fibras artificiais e sintéticas, sua principal vantagem é o conforto dos itens confeccionados. Além disto, a fibra de algodão apresenta uma grande versatilidade nos processos de acabamento, permitindo uma excelente variação de cores e tons com baixo custo de produção. Possui também outros tipos de aplicações, desde a linha completa de vestuário, cama, mesa e banho até em aplicações industriais de revestimentos e isolamentos acústicos e térmicos. Logo, a fibra de algodão é a base de milhares de empregos em todo o mundo, desde a sua cultura até a manufatura de artigos têxteis. O algodão é uma fibra ecologicamente correta atendendo assim as exigências do consumidor moderno que preserva o ecossistema e busca um estilo de vida mais natural.

O algodão: o algodão é uma fibra natural, de origem vegetal a sua fibra apresenta um comprimento variando entre 24 e 38 mm. As fibras do algodão constituem o revestimento piloso do fruto do algodoieiro (*Gossypium*). Esta planta, tem o porte de um pequeno arbusto com cerca de 1,20 m de altura. Após a floração o ovário transforma-se numa cápsula que com a maturação estala, libertando um tufo de fibras geralmente brancas que são então colhidas. (ALFIERI, 1991).

O algodão tem sido cultivado por mais de 5.000 anos, por isso existem hoje muitas variedades de diferentes tipos de algodão. Estas variações implicam em diferentes características e aplicações, e se dão devido as diferentes condições de solo, clima, fertilizantes e métodos de cultivo. A qualidade da Fibra

de Algodão está baseada em sua cor, finura, comprimento e resistência. Os maiores produtores na atualidade são a China, Estados Unidos, Índia e Paquistão.

O algodão é cultivado em mais de 60 países. Os dois maiores produtores são China e Estados Unidos que juntos produzem 43% da produção mundial. A Índia, apesar de possuir a maior área plantada, ocupa a terceira posição, isso em razão do baixo rendimento de suas lavouras (MT COTTON, 2004).

Recentes desenvolvimentos têm sido feitos nos últimos anos, principalmente nas áreas da engenharia genética proporcionando algodão com maior resistência e isentos de pragas naturais, há também o aparecimento do algodão naturalmente colorido, com uma nova opção para a manufatura de tecidos ecologicamente corretos.

Pode-se observar através das Figuras 2.4 o detalhe de como a fibra de algodão se apresenta na natureza.



(a)



(b)

Figura 2.4: (a) O algodoeiro e (b) detalhe das fibras presas ao capulho

Fonte: ABRAPA Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (2003).

A qualidade da fibra de algodão não varia somente pela classificação do comprimento e variedades de fibras, mas também pelas condições físicas, de cor, de maturação, presença de sais e açúcares, bem como, pelas quantidades de folhas, areias e todo o tipo de impurezas contidas devido a colheita. Por isso, existem órgãos reguladores que estabelecem limites, tolerâncias destas e outras propriedades da fibra de algodão, com a finalidade de classificá-lo, determinando assim o valor deste diante da bolsa de valores do algodão. A maioria dos países ainda utiliza o julgamento visual e subjetivo do classificador para determinar o tipo de fibra, através do sistema manual (*pulling*). Nos Estados Unidos, toda a safra do algodão já é submetida à classificação pelo método HVI (*High Volume Instruments*) para avaliar a qualidade da fibra. A vantagem para a indústria de fiação e de tecelagem é que ela recebe um conjunto amplo de informações que lhe permite adquirir cada fardo de acordo com o que é mais adequado para o tipo de fio ou tecido que vai fabricar, o que reduz consideravelmente o tempo gasto em ajustes de máquinas, reduzindo-se custos e desperdícios de qualquer outra natureza (IEMI, 2001).

O algodão é composto por cadeias poliméricas de celulose. A composição química do algodão pode ser resumida pela Tabela 2.4.

Tabela 2.4: Composição da fibra do algodão

| Constituição | Proporção % |
|---------------------|--------------------|
| Celulose | 94,0 |
| Proteína | 1,3 |
| Substâncias Pécicas | 0,9 |
| Ceras | 0,6 |
| Cinzas | 1,2 |
| Ácidos Orgânicos | 0,8 |
| Açúcares | 0,3 |
| Outras Substâncias | 0,9 |

Fonte: Hamby (1965).

Através da Figura 2.5 observa-se a estrutura da fibra do algodão, onde:

- (a) são as camadas de celulose externa conhecida como cutícula;
- (b) são as camadas centrais de celulose;
- (c) são as camadas internas conhecidas como lúmen;
- (d) são as camadas de origem celular.

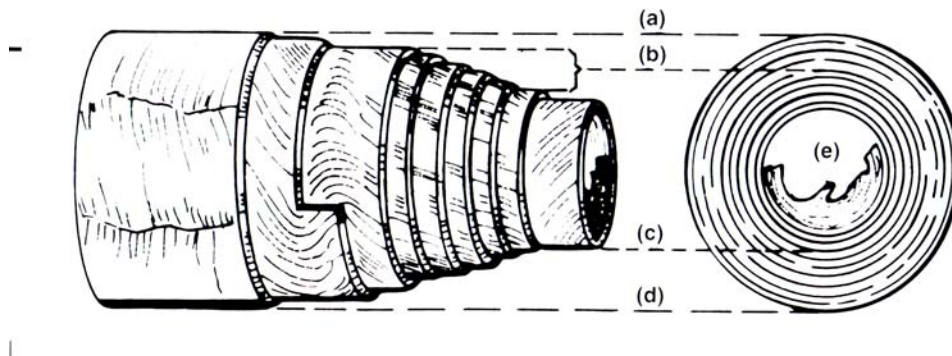


Figura 2.5: Esquema celular da fibra do algodão

Fonte: Collier e Tortora (2001, p. 74).

O conhecimento da composição química da fibra é importante pois esta influencia nos processos de beneficiamento têxtil. Pela Tabela 2.4 observa-se que a celulose é o elemento mais importante e aquele que comanda a maior parte das propriedades físicas e químicas do algodão.

As ceras no algodão estão localizadas na superfície da fibra e agem como um agente lubrificante natural. O coeficiente de atrito triplica quando a cera é removida. Sem as ceras, não se consegue fiar adequadamente o algodão. De outro lado, as ceras dão hidrofobicidade às fibras, o que é bastante indesejável para o bom aproveitamento dos processos posteriores de tingimento, estampagem, amaciamento, etc. Todos esse processos utilizam a água como veículo, sendo as ceras um empecilho, que necessariamente deve ser eliminado.

A preocupação maior com as cinzas reside nos metais alcalinos, como o cálcio e magnésio que estão em quantidades apreciáveis no algodão e são

igualmente indesejáveis. Outro elemento presente e que deve ser eliminado é o ferro. Estes metais têm diversos efeitos negativos sobre os tingimentos, sendo a complexação dos corantes um dos piores, pelas consequências negativas na igualização, nuance da cor e às vezes nos índices de solidez à fricção. O ferro em particular também leva à corrosão dos equipamentos e à degradação da fibra de algodão nos processos de alvejamento químico.

A estrutura molecular do algodão é do tipo fibrilar. O algodão possui um alto grau de polimerização. O grupo hidroxila (-OH) da cadeia é responsável por muitas das propriedades associadas ao algodão. Eles atraem água e corantes, fazendo com que o algodão seja reconhecidamente fácil de ser tinto e de alta absorção. Conforme Collier e Tortora (2001), o algodão possui cadeias cristalinas em torno de 70% e outros 30% amorfas. Apesar do alto grau de cristalinidade, a orientação é baixa e forma ângulo com o eixo da fibra.

As principais propriedades associadas ao algodão podem ser resumidas da seguinte forma (conforme SUNDARAM, 1979):

- resistência: o algodão pode ser considerado uma fibra moderadamente resistente se comparada com outras fibras têxteis;
- alongamento: o algodão não estica com facilidade, seu ponto de ruptura está entre 5 a 10 % do seu comprimento total;
- efeito de umidade: o algodão é uma fibra hidrófila, por isto é afetada significativamente em contato com a água, fibra úmida incham e são 20 % mais resistentes quando no estado úmido;
- efeito do calor: o algodão tem excelente resistência à degradação por calor. Começa a amarelar após a sua exposição por algumas horas à temperatura médias de 120 graus Celsius;
- efeito da luz solar: o algodão perde gradualmente a sua resistência e apresenta amarelecimento quando exposto aos raios ultravioletas;
- propriedades químicas: o algodão é muito resistente à maioria dos produtos químicos domésticos. Contudo, é facilmente atacado por agentes oxidantes do tipo cloro e peróxidos de hidrogênio.

2.2.1.5 Fibras não-naturais

As fibras não-naturais podem ser classificadas em artificiais e sintéticas. As primeiras são produzidas a partir da celulose, substância fibrosa encontrada na pasta da madeira ou no linter de algodão, daí também serem conhecidas como fibras celulósicas.

As fibras sintéticas são originárias de polímeros petroquímicos como o acrílico, náilon, poliéster, polipropileno, elastano entre outras.

Como Araújo e Castro (1986-87) descrevem, foi Hilaire de Chardonnet que em 1889 produziu a primeira seda artificial, grande inovação científica apresentada nesse mesmo ano na Exposição de Paris. Alguns anos mais tarde inicia-se a produção industrial da seda Chardonnet, que era constituída por nitrocelulose. Logo a seguir, na Alemanha, produz-se a celulose cupromoniaca (Max Fremery e Johannes Urban). Por seu lado, a Inglaterra desenvolve a produção da Viscose, cujo processo industrial só em 1921 alcança a viabilidade técnica para a produção de Raionas (fibras contínuas) e de fibras descontínuas para a cardação e fiação. Sabino (1995) continua a descrição histórica das fibras não-naturais, descrevendo o aparecimento das fibras sintéticas, a partir do desenvolvimento do americano Wallace H. Carothers que através da conceituação e testes laboratoriais das macromoléculas chega à produção de uma revolucionária fibra têxtil a que se chamou *Nylon*. Esta fibra poliamídica produziu um impacto decisivo na indústria têxtil, levando à fabricação de novos artigos, com propriedades até então inimagináveis, principalmente resistência e finura, e despertou o interesse para o aparecimento de outras fibras sintéticas ou artificiais.

As fibras não-naturais foram desenvolvidas inicialmente com o objetivo de copiar e melhorar as características e propriedades das fibras naturais. À medida que suas aplicações foram crescendo, elas se tornaram uma necessidade, principalmente porque o crescimento da população mundial aumentou a demanda de vestuários a um custo mais baixo, reduzindo ao mesmo tempo, a vulnerabilidade da indústria têxtil às eventuais dificuldades da produção agrícola (ROMERO et al., 1995).

As fibras não naturais, de modo geral, seguem o mesmo processo de produção, por extrusão, que consiste em pressionar a resina, em forma pastosa, através de furos finíssimos numa peça denominada fieira. Os filamentos que saem desses furos são imediatamente solidificados. Esse processo é denominado fiação, embora o termo, nesse contexto, pouco tenha a ver com a fiação tradicional da indústria têxtil.

As fibras tomam sua forma final através de estiramento, realizado através de dois processos básicos; no primeiro, as fibras são estiradas durante o processo de solidificação; no segundo, o estiramento é feito após estarem solidificadas. Em ambos os casos o diâmetro da fibra é reduzido, e sua resistência à tração é aumentada.

As fibras assim produzidas podem ser apresentadas em três formas distintas, destinadas a usos também distintos: monofilamento, multifilamento e fibra cortada. O monofilamento, como o próprio nome indica, é um único filamento contínuo. O multifilamento é a união de pelo menos dois monofilamentos contínuos, unidos paralelamente por torção. A fibra cortada é resultado do seccionamento, em tamanhos determinados, de um grande feixe de filamentos contínuos. A fibra cortada pode ser fiada nos mesmos filatórios que são utilizadas para fiar algodão.

Além disso, se presta à mistura com as fibras naturais já na fiação, permitindo a chamada mistura íntima, ou seja, os fios mistos produzidos adquirem uma mescla das características de resistência e durabilidade das fibras químicas e do toque e conforto das fibras naturais.

Os fios produzidos com a fibra cortada são também mais volumosos do que os filamentos contínuos do mesmo peso, o que possibilita seu uso na produção de tecidos com superfícies não lisas. Essa característica, aliada à maior facilidade de manuseio da fibra cortada em relação ao filamento contínuo, faz com que os fios fiados sejam mais utilizados do que os filamentos contínuos, existindo inclusive fibras, como por exemplo o acrílico, em que raramente se utilizam filamentos contínuos na produção de artigos têxteis.

Nenhuma fibra isoladamente, seja química ou natural, preenche todas as necessidades da indústria têxtil; no entanto, a mistura de fibras químicas com

fibras naturais, notadamente o algodão, trouxe a estas melhores desempenho, resistência, durabilidade e apresentação. O uso das fibras sintéticas é atualmente bastante difundido, abrangendo todos os segmentos da indústria têxtil. (ROMERO et al,1995).

Viscose Raion: a fibra de viscose é produzida a partir de um elemento natural, o linter de algodão. Trata-se de uma fibra regenerada obtida através da dissolução das fibras de material celulósico (algodão) formando-se uma pasta celulósica que por extrusão (fieiras) e em contato com outra solução volta a precipitar-se regenerando os materiais fibrosos, produzindo-se assim a fibra artificial de viscose.

Os fios contínuos multifilamentados são chamados simplesmente de *Rayon*, uma alusão à continuidade de um raio, enquanto as fibras cortadas, obtidas após a frisagem e corte de cabos multifilamentos, recebem o nome de viscose. Estas últimas são utilizadas para a produção de fios fiados como os de algodão. A frisagem é uma operação física que visa dar às fibras ondulações, sem as quais estas fibras não poderiam ser usadas nas máquinas de fiação desenvolvidas para o algodão.

A forma circular em “dentes de serra” da sua seção transversal é o que confere ao raion viscose um brilho característico. Os raios de luz tocam a superfície da fibra que atua como um conjunto de espelhos côncavos que concentram a luz refletida.

A fibra de raion é bastante branca e pura, apresentando apenas óleos de ensimagem na proporção de 0,1 a 0,5%. (COOK, 1984).

A molécula de celulose no raion viscose difere da celulose do algodão por ser bem menor, da ordem de 1/8 e 1/10 do comprimento da do algodão. O teor cristalino é de apenas 30 a 35%. (COOK, 1984).

Pode-se observar através da Figura 2.6, o corte da seção transversal e longitudinal da fibra da viscose.

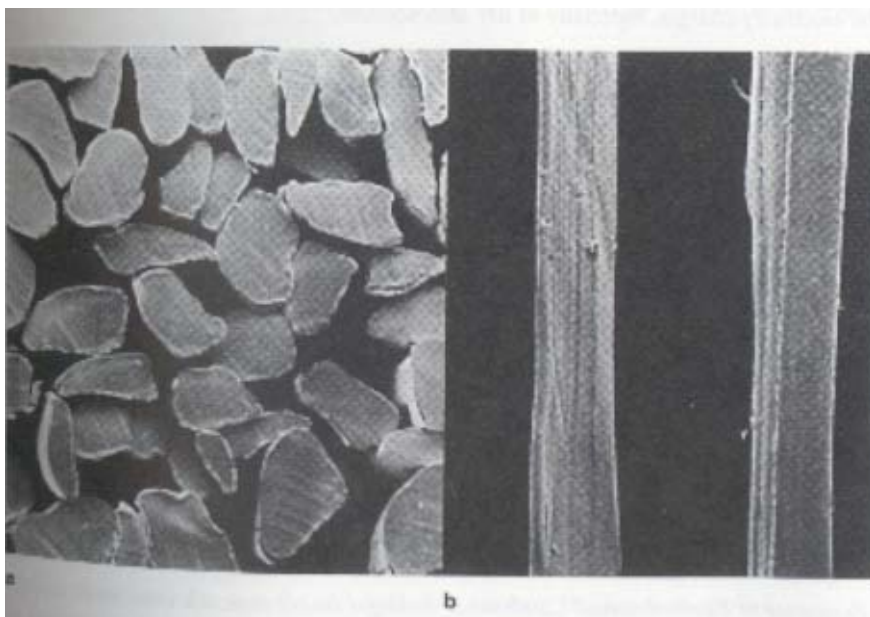


Figura 2.6: Foto da fibra da viscose

Fonte: Collier e Tortora (2001, p. 149).

Pelo processo químico de fabricação do raion viscose se formam diversos outros grupos diferentes das hidroxilas na celulose que levam esta fibra a exigir certos cuidados nos processos de beneficiamento químico têxteis e também no manuseio dos artigos confeccionados. Araújo e Castro (1986-87), relacionam as propriedades físicas e químicas desta fibra. Conforme pode ser visto na Tabela 2.5.

Tabela 2.5: Propriedades físicas e químicas do raion viscose

| Propriedades Físicas | Propriedades Químicas |
|--|---|
| Densidade de 1,52 (semelhante ao algodão). | Comportamento aos ácidos: é sensível aos ácidos aumentando a degradação com a elevação da temperatura e da concentração da solução. |
| Recuperação da umidade é de 14% quando em 20°C e 65% de umidade relativa. | Bases: as soluções alcalinas provocam a dilatação das fibras, dependendo a degradação da concentração e da temperatura. |
| Retenção de água de até 150% do seu peso seco. | Oxidantes: a deterioração das fibras não se manifesta com as concentrações de oxidantes habitualmente usadas. |
| Comportamento à chama: arde rapidamente com cheiro de papel queimado deixando pouca cinza de cor cinzenta clara. | Redutores: não exercem qualquer ação sobre a viscose. |
| Ação do calor: até 190°C resiste sem amarelecimento nem degradação. | Diluentes: os usados na limpeza a seco não causam qualquer degradação na viscose. |

Fonte: Araújo e Castro (1986-87).

Náilon: a definição de Náilon, segundo a *Federal Trade Commission* – FTC (In: MIDWEST PARALEGAL STUDIES, 2003). , é: “uma fibra formada por uma longa cadeia de poliamida sintética, onde até 85% do grupo amida está ligada diretamente a dois anéis aromáticos”.

Esta definição cobre os dois tipos de poliamidas ofertados no mercado internacional das fibras sintéticas, o náilon 6 e o náilon 66. Os dois tipos são isômeros e possuem os mesmos elementos, contudo os polímeros estão dispostos de maneira diferentes. Sendo que estas diferenças na estrutura do polímero causam diferentes propriedades nas fibras. Apesar do processo de fabricação das duas estruturas ser conhecida desde a época da primeira experimentação por parte da DuPont, a empresa optou pela utilização do náilon 66 e talvez esta seja a principal justificativa pela predominância deste tipo de fibra pelo mercado Norte Americano. O nome genérico da fibra de poliamida por náilon foi proposto pela DuPont em 1938.

A estrutura molecular da poliamida é altamente orientada e as fibras são de 50 a 80% cristalinas, conferindo uma grande resistência à fibra. A sua alta resistência dificulta o rompimento do fio durante os vários processos de manufatura têxtil. Em vários segmentos têxteis, como a fabricação de meias, calções, jaquetas e agasalhos esportivos, a mistura de algodão e náilon está sendo cada vez mais utilizada, em virtude das seguintes características de produtos que resultam da mistura: maior resistência à lavagem, secagem mais rápida, maior diferenciação no aspecto visual, praticidade no uso, melhor afinidade tintorial, maior estabilidade dimensional, caimento e toques variados e maior poder de transpiração do tecido.

Pode-se observar através da Figura 2.7, o corte da seção transversal e longitudinal da fibra de náilon.

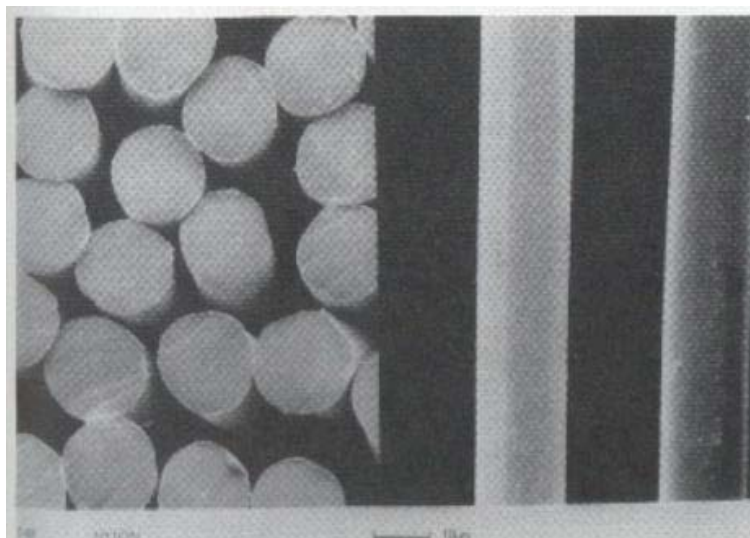


Figura 2.7: Foto da fibra de náilon

Fonte: Collier e Tortora (2001, p. 169).

Tabela 2.6: Propriedades físicas e químicas do náilon

| Propriedades Físicas | Propriedades Químicas |
|---|---|
| Aparência: o náilon normal em um microscópio aparenta um longo e macio cilindro. A sua seção transversal é circular e é naturalmente lustrosa. A forma de sua estrutura varia com o tipo de fibra mas pode ser do tipo trilobal ou multilobal. | Absorção: é moderadamente hidrofílico. Apesar disto possui uma boa capacidade de secagem rápida. |
| Densidade: 1,14. Tecidos feitos de náilon são na sua grande maioria leves e delicados. | Flamabilidade: pode ser utilizada prolongadamente a 260 graus Celsius. Ignífuga, termoresistente e não fundem. |
| Tenacidade: é excelente e esta propriedade confere a fibra uma diversidade de aplicações e de espessuras. Podendo ser aplicado desde meias e lingerie até os mais resistentes cintos de segurança. | Reações à Químicos: estável e pH ácido, porém menos resistente ao contato prolongado em meio alcalino. |
| Elasticidade e Alongamento: alonga bem com baixa tensão, recuperando o estado original de forma aceitável, o que lhe dá o reconhecimento de fibra ideal para quem busca desempenho e conforto. Exemplo disto é a linha praia, hoje dominada completamente por este tipo de fibra. | Resistência às condições climáticas: o náilon é muito pouco afetado pela exposição a luz solar. |
| Resiliência: excelente principalmente à compressão. O que torna a fibra ideal para o uso em carpetes. | Condutividade Térmica; o náilon é um mau condutor de eletricidade, gerando eletricidade estática na presença de baixa umidade relativa do ar. Portanto é um bom isolante. |

Fonte: Collier e Tortora (2001).

A estabilidade dimensional do náilon é boa, porém se mantidas altas temperaturas o tecido de náilon poderá sofrer um processo de encolhimento. Logo, as lavagens e secagens devem ser conduzidas em temperaturas moderadas.

Poliéster: após a descoberta do náilon, um grupo inglês de pesquisa sediado na “*Imperial Chemical Industrie*” (ICI), concentrou esforços no desenvolvimento na síntese do poliéster. Estes experimentos levaram então a produção da fibra de poliéster. A DuPont comprou a patente inglesa e a primeira planta a fabricar a fibra de poliéster batizada por Dacron®, foi aberta em março de 1953.

A fibra de poliéster mais comum é conhecida por PET, abreviação da palavra em inglês (*Polyethylene Terephthalate*). O PET é formado pela reação do ácido terftálico (DMT) e o etileno glicol, na presença de calor e de catalizadores. A policondensação, que exige um período de tempo que vai de 5 a 8 horas, é efetuada sob pressão reduzida, a uma temperatura próxima dos 300°C, para que o polímero fique suficientemente fluido, e o etileno glicol que se forma possa ser arrastado pela destilação (LEWIN, 1998). O autor continua descrevendo o processo após a policondensação, onde o polímero é recolhido e solidificado por jatos de água fria e cortado em grãos regulares que apresentam muitas vezes, uma forma cúbica. Uma vez secos estes grânulos são fundidos e conduzidos através de fieiras por meio de bombas e na saída das fieiras os filamentos são solidificados numa corrente de ar frio. Após os tratamentos finais, os filamentos sofrem um alongamento, o qual irá definir o diâmetro deste e pode ser de 4 a 5 vezes o comprimento inicial.

Entre todas as fibras não naturais, o poliéster domina o mercado. Collier e Tortora (2001), mencionam que em 1997 o poliéster possuía 52% do mercado das fibras não-naturais no mundo. A quantidade em uso do poliéster deve-se principalmente a sua versatilidade. Para se ter uma idéia, o poliéster pode ser encontrado como matéria-prima na forma de fibra a ser misturada a outras fibras e aí ser fiada, ou na forma de filamentos lisos, ou filamentos texturizados e ainda na forma de micro-fibras. A seção transversal do poliéster pode ser modificada para criar uma diversidade de tecidos com inúmeras características especiais,

como brilho, toque e caimento. O poliéster hoje pode ser encontrado em diversos segmentos e produtos têxteis, desde uma corda até a mais delicada camisa.

Pode-se observar através da Figura 2.8, o corte da seção transversal e longitudinal da fibra de poliéster.

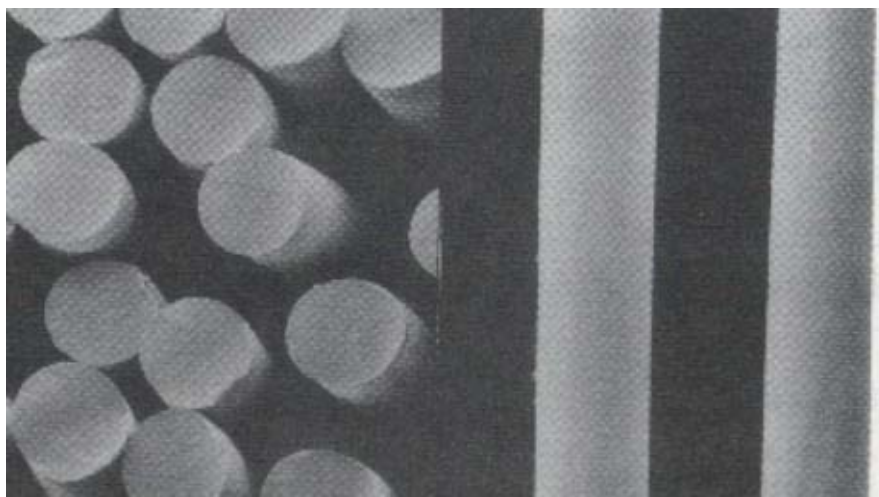


Figura 2.8: Foto da fibra de poliéster

Fonte: Collier e Tortora (2001, p. 182).

Tabela 2.7: Propriedades físicas e químicas da fibra de poliéster

| Propriedades Físicas | Propriedades Químicas |
|---|---|
| Aparência: a seção transversal da fibra de poliéster pode variar, esférica, cilíndrica, trilobal, pentagonal e côncava. | Absorção: possui baixa absorção e retenção de umidade, varia de 0,4 a 0,8% |
| Massa volumétrica: 1,38. Tecidos feitos de poliéster são na média de peso moderado. | Flamabilidade: começa a fundir à aproximação da chama; ao contato desta queima lentamente, com fusão, deixando como resíduo um produto negro e duro. |
| Tenacidade: a resistência do poliéster varia de acordo com o tipo de fibra, mas de modo geral é considerada uma fibra forte e não é afetada pela umidade. | Reações a Produtos Químicos: resiste muito bem as bases; muito pouco sensível aos oxidantes e redutores; os diluentes não exercem ação sobre o poliéster e os ácidos orgânicos não o atacam, mas o ácido clorídrico e o ácido nítrico, em concentrações e temperaturas elevadas, deterioram-no. |
| Elasticidade e Alongamento: o alongamento é considerado bom e possui uma boa recuperação quando sob baixa tensão. | Resistência às Condições Climáticas: possui boa resistência aos raios ultravioletas, por isso esta tendo uma alta taxa de utilização em estofados e cortinas. |
| Resiliência: excelente e por isso é muito utilizada em conjunto com outras fibras para evitar amarrutamento e conferir uma melhor estabilidade dimensional. | |

Fonte: Araújo e Castro (1986-87) e Collier e Tortora (2001).

A grande vantagem do poliéster que deve ser ressaltada é a sua alta estabilidade dimensional, quando este sofre um processo de termofixação. Se o poliéster não for termofixado, ele terá um certo grau de encolhimento quando em contato com temperaturas elevadas. Além disso, o poliéster quando úmido não altera a sua forma e, portanto, não encolhe e pode estabilizar os tecidos quando misturado com outras fibras.

2.2.1.6 Demais fibras

Acrílico: embora sendo a menos consumida dentre as fibras sintéticas têxteis, o acrílico, por suas características, ocupa espaço próprio no setor de confeccionados têxteis como o melhor substituto da lã. Por possuir má condutividade térmica, o acrílico tem sido o substituto natural para a lã, especialmente em países de clima subtropical. A taxa de reabsorção padronizada do acrílico é de apenas 2,5%. Outra propriedade interessante das fibras acrílicas é sua alta resistência às intempéries, o que as torna adequadas à aplicação em toldos e estofamentos náuticos. Tem larga aplicação na fabricação de artigos de inverno.

Elastano: o desenvolvimento da fibra de elastano foi realizado pela DuPont por volta de 1950 e sua comercialização, com nome *Lycra®*, foi iniciada em 1958. Atualmente, esta fibra é produzida em oito unidades da DuPont localizadas em diferentes países do mundo. Existem outros produtores de elastano na Alemanha e na Ásia. A fibra elastano não é usada isoladamente, sua utilização industrial se dá sempre em conjunto com outras fibras, como o náilon em maiôs e meias e o algodão em malharia ou tecelagem plana.

A fibra é obtida pela extrusão, através da fiação, numa atmosfera de vapor que promove as ligações transversais. O elastano é normalmente mantido incolor ou na cor branca leitosa pigmentada por dióxido de titânio. Como só é utilizado em combinação com outras fibras, são estas as efetivamente responsáveis pela cor do artigo final.

A principal propriedade destas fibras é conferir elasticidade aos tecidos convencionais (de malha ou planos), o que permite confeccionar peças de vestuário que aderem ao corpo, acompanhando-lhe as formas e movimentos.

Essa característica as torna particularmente apropriadas à confecção de roupas de praias, peças femininas, esportivas e íntimas, meias e artigos para aplicações médicas e estéticas.

Microfibra: segundo Prado (1999), recentemente, foi desenvolvida uma nova variedade de fibra sintética, a microfibra, que surgiu no mercado por volta de 1990. Produzida a partir de acrílico, poliéster ou náilon, ela se caracteriza por filamentos extremamente delgados e é utilizada na forma de fios multifilamentos. As características da microfibra permitem a fabricação de tecidos leves e de toque agradável.

É a terceira geração das fibras não naturais e estão revolucionando o mundo das fibras têxteis. Com a microfibra, nasceu um novo conceito de fibras sintéticas: umas fibras confortáveis e agradáveis ao uso, que atende às exigências das mais variadas aplicações, com grande facilidade na manutenção e alta durabilidade. É um fio têxtil que se caracteriza pelo seu reduzido diâmetro ou título, expresso em decitex (dtex). Podemos dizer que microfibras são todos os fios sintéticos que têm títulos compostos por filamentos: 1 dtex por filamento de poliéster, e 1,2 dtex por filamento de poliamida isto com um diâmetro de 10 a 12 microns. Para efeito de comparação, vale lembrar que a lã mais fina tem 17 microns, o algodão mais fino tem 13 microns e a seda mais fina tem 12 microns.

Os tecidos fabricados em microfilamentos de poliamida e poliéster oferecem um novo toque, que alia suavidade, maciez e contato agradável. Essas características podem ser otimizadas com acabamentos como a lixagem, que resulta num aspecto “pele de pêssego”. E por sua baixa resistência à flexão, as microfibras conferem aos tecidos uma grande fluidez e um excelente caimento.

A textura dos tecidos fabricados em microfilamentos é muito fina, e por esta razão, são mais suscetíveis ao atrito do que outros tecidos. Com relação ao acabamento, todos os parâmetros devem ser modificados quando são utilizadas as microfibras. Por exemplo: no tingimento, a quantidade de corantes para se obter um mesmo padrão de cor é sensivelmente maior, isso se justifica pela maior superfície de filamentos a serem tingidos. A textura suficientemente fechada e a extrema finura dos filamentos conferem aos tecidos: impermeabilidade à água e ao vento e permeabilidade ao vapor d'água.

2.3 O setor de fiação

A fiação consiste essencialmente em transformar a matéria-prima fibrosa num fio com massa por unidade de comprimento desejado. As características físicas da matéria-prima condicionam ou definem o processo de fiação a ser utilizado, bem como o fio mais fino (com menor massa por unidade de comprimento) que pode ser produzido (APOSTILAS DE TECNOLOGIA TÊXTIL, 1995). De forma que se conceitua a fiação como sendo um processo de estiramento e torção das fibras juntando-as firmemente para a obtenção de um fio contínuo. A fiação de fibras naturais compreende diversas operações através das quais as fibras são orientadas em uma mesma direção, em resumo, o processo de fiação paraleliza as fibras utilizando diversas passagens de estiramentos e torcidas de modo a prenderem-se umas às outras por atrito. Objetivando a finura desejada, com o correto nível de torção e coesão, resistência e aspecto. A finura e demais propriedades do fio desejado estão diretamente relacionadas à fibra utilizada e suas características, tais como comprimento, aspecto, etc..

A fiação de fibras artificiais é composta das etapas de extrusão, operação em que uma substância pastosa é pressionada através da fiação, resultando em filamentos que são endurecidos por meio da operação de solidificação. Alguns filamentos ainda podem passar por um processo posterior conhecido como texturização. O processo de texturização foi originalmente aplicado a fibras químicas (náilon, poliéster) para reduzir características como transparência, escorregamentos e a possibilidade de formação de pequenas bolinhas de fibra na superfície do tecido, também chamado de *"pilling"*. Durante a texturização a estrutura molecular do fio de filamento dito contínuo e liso é modificada permanente através de uma falsa torção e de temperatura. O objetivo é o de tornar o filamento mais volumoso, com formas mais suaves e abertas. O processo de texturização torna os fios mais opacos, melhora a aparência e textura, aumentando a absorção, a elasticidade e o volume.

A medição de fios é expressa por um número conhecido como título do fio, que representa a massa desse fio por unidade de comprimento, este fator pode ser correlacionado desta forma com o diâmetro ou a grossura do fio. Existem umas séries de unidades de medidas, para expressar numericamente o

título de um fio, mas estas apresentam uma falta de uniformidade entre si. Os dois sistemas mais utilizados são o sistema inglês e o sistema internacional.

O sistema inglês também é conhecido como sistema indireto, ou seja, quanto mais fino for o fio, maior será o número do título. Este sistema é muito utilizado para fios fiados, como o algodão e a sua nomenclatura são tidos como “Ne”.

$$TítuloNe = \frac{Comprimento(840\text{ jardas})}{Massa(libramassa)} \quad (2.1)$$

O sistema internacional é um sistema direto, ou seja, quanto mais grosso for o fio maior será o seu título. Normalmente utilizado para fios sintéticos e filamentos contínuos e a sua nomenclatura é expressa em “Tex”.

$$TítuloTex = \frac{Massa(gramas)}{Comprimento(1000\text{ metros})} \quad (2.2)$$

2.4 O setor de tecelagem

A construção de tecidos envolve a conversão de fios, e muitas vezes fibras, em tecidos com características determinadas pelos materiais e métodos empregados. A maioria dos tecidos é atualmente produzida por alguns métodos de entrelaçamento, como a tecelagem ou malharia. A tecelagem constitui a etapa de produção na qual o processo técnico é realizado por teares que possibilita o entrelaçamento de dois conjuntos de fios em um certo ângulo um do outro, resultando em tecidos ditos planos. Os fios no sentido do comprimento são conhecidos como fios de urdume, enquanto que os fios na direção da largura por fios de trama ou batida.

2.5 O setor de malharia

A malharia consiste na etapa onde os tecidos de malha são resultantes de processos técnicos de laçadas de um só fio ou de um agrupamento de fios que se movem em uma única direção, interpenetrando-se. Ao contrário da tecelagem plana, onde dois fios, cruzam-se entre si, o fio simples de malharia é laçado através dele mesmo, fazendo uma espécie de corrente de pontos. Enquanto a produção dos não-tecidos ocorre do processo de agrupamento de fibras, que são unidas por fricção, costura ou colagem (RODRIGUES, 1997; GARCIA, 1994).

Araújo e Castro (1986-87), mencionam a importância da indústria das malhas, dentro do contexto da indústria têxtil, salientando que os tecidos de malhas ocupam lugar de destaque, por ter uma ampla gama de possibilidades de aplicação, como vestidos, blusas, casacos, “*pullovers*”, camisolas, vestuário esportivo, lençóis de cama, etc. Este sucesso não é somente um produto da moda, mas é sobretudo devido às características dos tecidos de malha, particularmente a sua elasticidade, alongamento, textura e um toque macio, bem como, o desenvolvimento tecnológico dos teares de malha.

O principal elemento no processo do tecimento da malha é sem dúvida a agulha. Na verdade tudo se cria em torno da agulha, tome-se como exemplo o próprio tear, que foi concebido com o intuito de acondicionar a agulha e de promover os movimentos mecânicos necessários, para que ela busque o fio e possa entrelaçá-lo em uma laçada formada anteriormente, de forma rápida e o mais preciso quanto possível.

Foi em 1589, quando o reverendo William Lee de Calverton em Nottingham, na Inglaterra, inventa o tear manual de tecido de malha para meias, no qual 16 agulhas em forma de gancho (agulhas de mola), atuam simultaneamente, formando fileiras de laçadas em tempo igual aquele que uma artesã experiente demoraria em fazer uma única laçada à mão (BRUNO, 1992). Para que se tenha uma noção quantitativa do ganho de produtividade com os avanços tecnológicos, Andrade Filho (1987), faz um comparativo do aumento da velocidade da agulha que se verificou desde o tempo do tear manual de Lee é segundo os autores, algo em torno de 800 vezes maior que o malheiro mais

experiente a tricotar à mão. Além disso, existem hoje teares totalmente automatizados e informatizados, com possibilidades de fazerem todo o tipo de desenhos e estruturas nunca antes imaginadas, bem como permite o completo gerenciamento dos dados de produção em tempo real, como quantidade de quilos produzidos, paradas não programadas, número de voltas, etc.

Existem milhares de espécies de agulhas diferentes para utilização em teares de malha. Tal variedade deve-se não somente ao grande número de tipos de teares de malhas existentes atualmente no mercado, mas também às diferenças existentes na concepção de teares do mesmo tipo. Existem por exemplo dois grandes grupos de teares de malhas, que são classificados como sendo:

- teares circulares;
- teares retilíneos.

Os teares circulares ainda podem ser subdivididos em duas outras categorias, como:

- teares monofrontura;
- teares duplafrontura.

Logo, as agulhas que atendem estas variações de teares, classificam-se em:

- agulhas de mola;
- agulhas de lingüeta;
- agulhas compostas.

Agulhas de mola são os tipos de agulha mais antiga, tendo sido inventada por Willian Lee em 1589. É um tipo de agulha de construção simples e por isso de preço acessível, porém com uma série de limitações para a produção de tecidos

que requerem uma alta escala de produção e de grandes exigências de qualidade no produto (ERHARDT, 1983).

A agulha de lingüeta foi inventada por Mathew Townsend em 1849, segundo Araújo e Castro (1986-87), este tipo de agulha possui algumas vantagens sobre a agulha de mola, sendo que um deles é o fato desta agulha não necessitar de uma operação mecânica de fechamento da mola para produzir a laçada. Este fator contribui fortemente para o aparecimento de teares mais velozes.

A agulha de lingüeta e as suas partes constituintes encontram-se ilustradas na Figura 2.9.

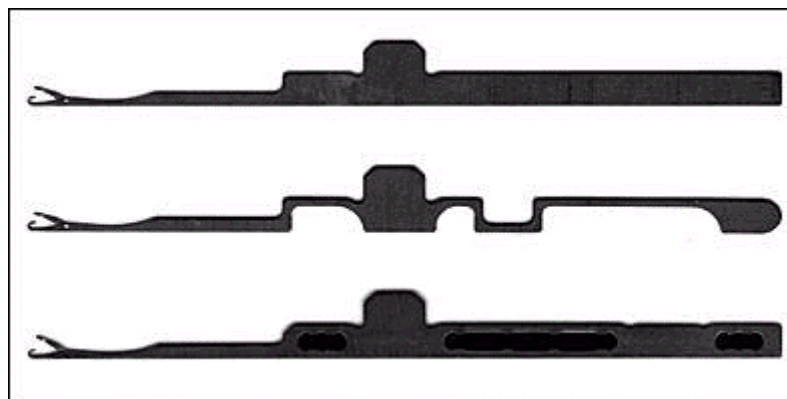


Figura 2.9: Agulha de lingüeta – partes constituintes

Fonte: O Pesquisador (2004).

Algumas vantagens para o uso da agulha de lingüeta são:

- a máquina circular quando posta a operar com a agulha de lingüeta, terá maior número de rotações e portanto maior produtividade;
- a agulha de lingüeta dispensa maior quantidade de mecanismo para o seu próprio funcionamento;
- a retirada e a reposição das agulhas de lingüeta torna-se uma operação mais fácil para o operador.

A agulha composta combina muita das vantagens da agulha de lingüeta e da agulha de mola. O fechamento da lingüeta se dá de forma automática, não necessitando de qualquer mecanismo externo para fechar o gancho.

De forma genérica, pode-se afirmar que a agulha de mola é normalmente utilizada para malhas finas e fechadas. Agulhas compostas são largamente

utilizadas em malharia de urdume e a agulha de lingüeta é freqüentemente encontrada em máquinas de malharia de trama (circulares ou retilíneas).

Outro elemento de máquina importante na formação da malha é a platina, lâminas de aço finas, fixas ou móveis, que atuam entre duas agulhas adjacentes. No tear as platinas movimentam-se com o objetivo de frisarem o fio entre duas agulhas adjacentes para formarem a laçada, como está ilustrado na Figura 2.10.

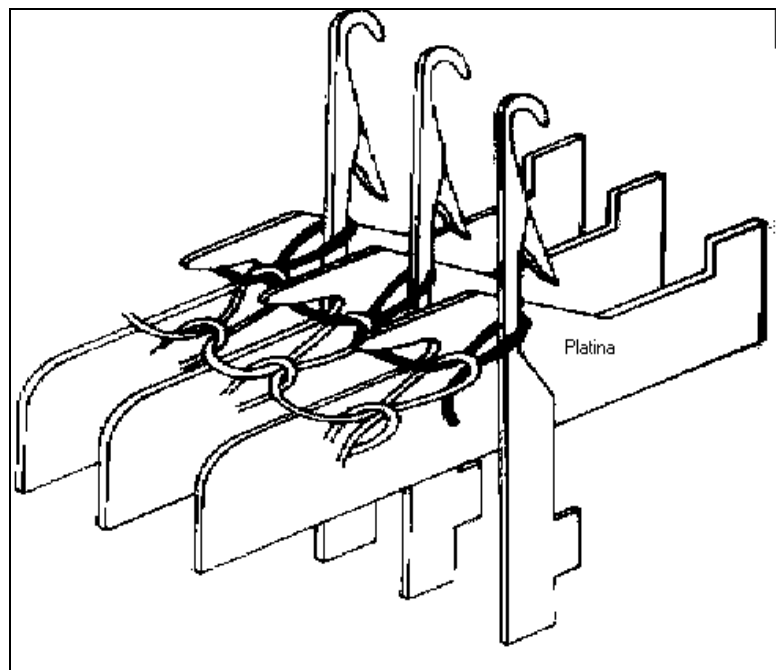


Figura 2.10: Esquema de funcionamento de uma platina

Fonte: Spencer (1989).

Nas máquinas de malharia circular encontram-se basicamente dois tipos de platinas:

- Platinas de condução: cuja principal finalidade é o de conduzir as agulhas, através das respectivas pistas de excêntricos do disco do cilindro a fim de que as mesmas possam desempenhar as posições fundamentais de tecimento.
- Platinas para máquina *Jersey*: este tipo de platina tem como função exercer três finalidades básicas: reter o tecido; igualizar a malha e formar o plano de desprendimento.

Em certos teares modernos não há necessidades de existirem platinas, visto ser a própria agulha que forma e descarrega a laçada.

Complementarmente, existem os guia-fios que são peças que alimentam com fio as agulhas e as platinas no local desejado, ou seja, são as responsáveis pela apresentação do fio às agulhas. Além disso, abre ou fecha lingüetas que estejam abertas quando por ventura exista um rompimento do fio já alimentado. Em teares de malha por trama deve existir pelo menos um guia-fio por alimentador (conjunto completo de mecanismos tricotadores).

Chama-se de malha por trama a todo o tecido produzido por processos de fabricação nos quais pelo menos um fio de trama é transformado em malha, ou seja, os fios correm horizontalmente, lado-a-lado, ao longo da largura do tecido. O tecido é formado através dos movimentos das agulhas para fazerem laçadas em curso horizontal construídos uns sobre os outros. Todas as malhas num curso são feitas por um único fio.

As malhas de trama são feitas em formas retilíneas ou largura aberta, em máquinas chamadas de retilíneas, ou em forma tubular (como meias sem costura), em máquinas circulares. As máquinas circulares podem ser de pequeno, médio ou de grande diâmetro, conforme o tipo de produto a ser produzido.

Na Figura 2.11 observa-se a formação do tecido de malha por trama em um tear circular.

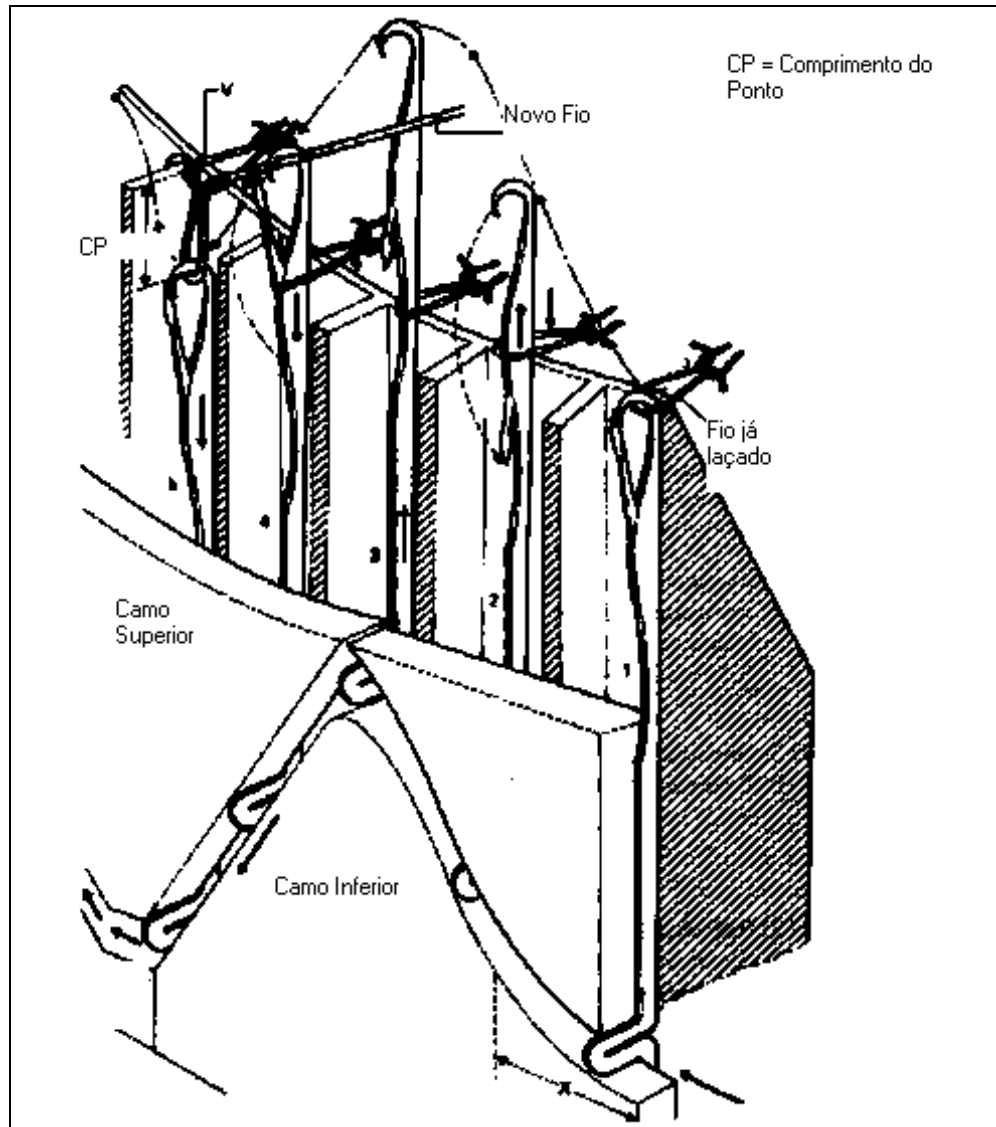


Figura 2.11: Formação do tecido de malha por trama

Fonte: Spencer (1989).

Cada agulha é colocada em uma ranhura que a mantém em sua posição (ranhuras selecionadas podem, às vezes, serem deixadas vazias, sem agulhas para fazer certos tipos de tecidos). O número de ranhuras ou canaletas por polegada em uma máquina de malharia é fixo, mas existem diferentes máquinas, tendo distintas quantidades. Este número é chamado de galga ou finura da máquina. Quanto maior for este número, mais próximas as malhas serão formadas, pois quanto maior o número de fileiras, maior será o número de agulhas por polegadas. Uma agulha representa uma fileira ou uma coluna de malha.

O cilindro contém as ranhuras que por sua vez acomodam as agulhas. O cilindro, dependendo do diâmetro, tem velocidades constantes de rotação que podem chegar até 50 rpm. Este movimento circular movimenta um sistema de camos ou pedras estacionárias. Estas pedras ou camos estão fixos em um conjunto de blocos. Este sistema de camos é o que promove a ação de subida das agulhas, preparando-a para a captura de um novo fio. A subida e a descida da agulha se dá em virtude de a agulha possuir um pé ou talão, e é no ponto de descida máxima que se dá a formação da laçada.

Quando as agulhas iniciam a descida, um novo fio é alimentado na cabeça da agulha. Com a continuidade da descida da agulha, a malha anterior desliza nela e causa o fechamento da lingüeta. A agulha continua a descida e a laçada mais velha desliza completamente para fora da agulha. Ao fazer isto, ela começa a entrelaçar a laçada anterior com uma nova laçada, que está iniciando sua formação na cabeça da agulha, criando assim a estrutura do tecido de malha.

Portanto, a laçada é o elemento fundamental de um tecido de malha, normalmente formada por flexão do fio.

Na terminologia da malharia, a fileira vertical de malhas em um tecido de malha de trama, é chamada de colunas. É bom frisar que cada coluna representa uma agulha em trabalho no tear. Já, a carreira horizontal de malhas é chamada de cursos e neste caso representa o número de fios por alimentador do tear. Ao completar o número total de alimentadores, existe a repetição da estrutura de tecimento e este fato é conhecido por “*rapport*” do tecido, ou seja, a menor unidade de repetição de uma estrutura de malha e os seus desenvolvimentos no sentido vertical e horizontal formam o tecido.

No caso da Figura 2.12, o tecido de malha possui 4 cursos e 5 colunas.

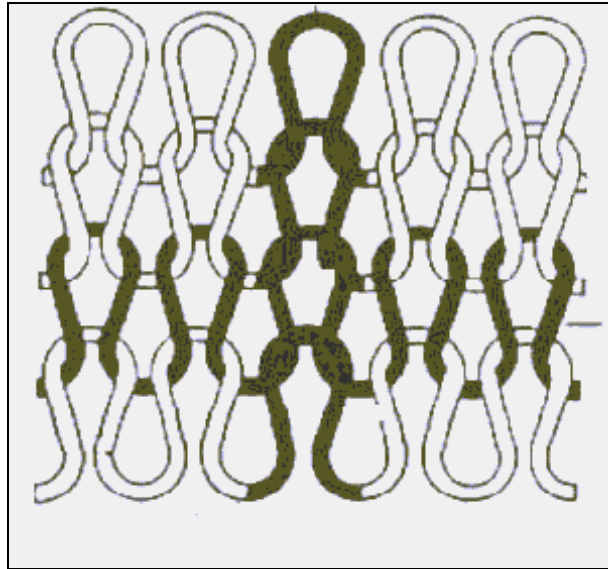


Figura 2.12: Cursos e colunas

Fonte: O Pesquisador (2004).

Existem vários tipos diferentes de estruturas de tecidos de malha de trama. Estas estruturas são consequência da formação do tipo de ponto ou da forma geométrica das laçadas. Existem quatro principais malhas (pontos) utilizados em tecidos de malharia:

- Ponto Simples (Normal);
- Ponto Reverso;
- Ponto Omitido (Fang);
- Ponto Retido (Flutuante).

Na Figura 2.13 pode-se observar alguns dos tipos de laçadas mais usuais no tecimento de malhas.

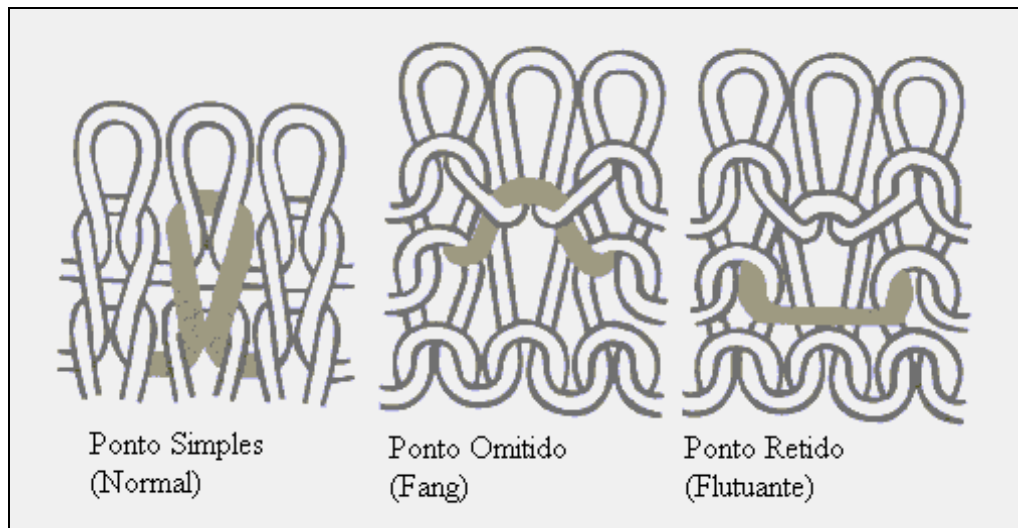


Figura 2.13: Tipos de laçadas

Fonte: O Pesquisador (2004).

O ponto simples é o ponto básico da malharia, é também chamado de ponto liso. Esta malha é a base dos tecidos conhecidos como meia-malha ou malha “jersey”.

O ponto reverso tem a configuração da parte traseira do ponto simples, ou seja, a parte de trás da meia-malha é uma malha reversa.

O ponto omitido é criado quando uma ou mais agulhas são desativadas e não se movem para aceitar o fio. Este somente passa por elas e nenhuma malha é formada e esta ação é conhecida como sendo um ponto flutuante.

Por fim, o ponto retido é quando a agulha segura a laçada anterior e então recebe um novo fio conectando duas laçadas na cabeça da agulha. A ação pode ser repetida várias vezes, mas os fios eventualmente devem ser descarregados da agulha e malhados. A malha resultante é uma fileira alongada.

Malhas são estruturas complexas, difíceis de descrever. Neste contexto sua representação gráfica assume elevada relevância.

De todos os pontos existentes resultam as quatro estruturas primárias dos tecidos de malha por trama e destas estruturas básicas são feitos todos as outras construções. Os tipos básicos de tecidos em malharia por trama são:

- Meia-malha ou “Jersey”;
- Piqué;

- Rib;
- “*Interlock*”.

O tecido de meia-malha tem todas as laçadas desenhadas apenas de um lado do tecido (todos os pontos são simples). O tecido tem assim uma face e um avesso bem definido. As máquinas que produzem este tipo de tecido possuem apenas uma frontura, ou um cilindro ranhurado com agulhas. Todas as agulhas puxam o tecido somente em uma direção. Como consequência, a meia-malha é um tecido desbalanceado e por apresentar esta diferença de tensões entre as duas faces, tende enrolar nas bordas ou como é comumente conhecida nas orelhas, bem como, esticam aproximadamente em ambas direções – comprimento e largura.



Figura 2.14: Meia-malha (*jersey simples*)

Fonte: Spencer (1989).

Uma variação da estrutura da meia-malha é o *piqué*, também produzido na máquina de monofrontura, caracteriza-se pelo ponto retido, representando um “V” ou um “U” no tecido de malha. Isto se deve ao fato da laçada ser formado pelo não descarregamento da malha anterior.

Em máquinas de dupla frontura, têm-se duas estruturas básicas o Rib e o *Interlock* e a diferença entre as duas estruturas dá-se pelas disposições relativas entre as agulhas do cilindro e do disco: *interlock* (frente a frente) e rib (defasada).

Na disposição rib, as agulhas do cilindro (frontura 1) e do disco (frontura 2) se encontram defasadas umas em relação às outras, de modo que uma agulha que sobe numa frontura sempre ficará exatamente entre as duas agulhas da outra frontura. Os tecidos tipo Rib são caracterizados pelos pontos simples e reverso, observáveis em ambos os lados do tecido. Uma vez que os tecidos Rib apresentam malhas desenhadas em ambos os lados do tecido, as máquinas usadas para produzi-los requerem dois conjuntos de agulhas posicionadas em um ângulo apropriado entre eles e cada conjunto é capaz de produzir malhas. O tecido é literalmente formado entre as duas agulhas como pode ser observado na Figura 2.15.

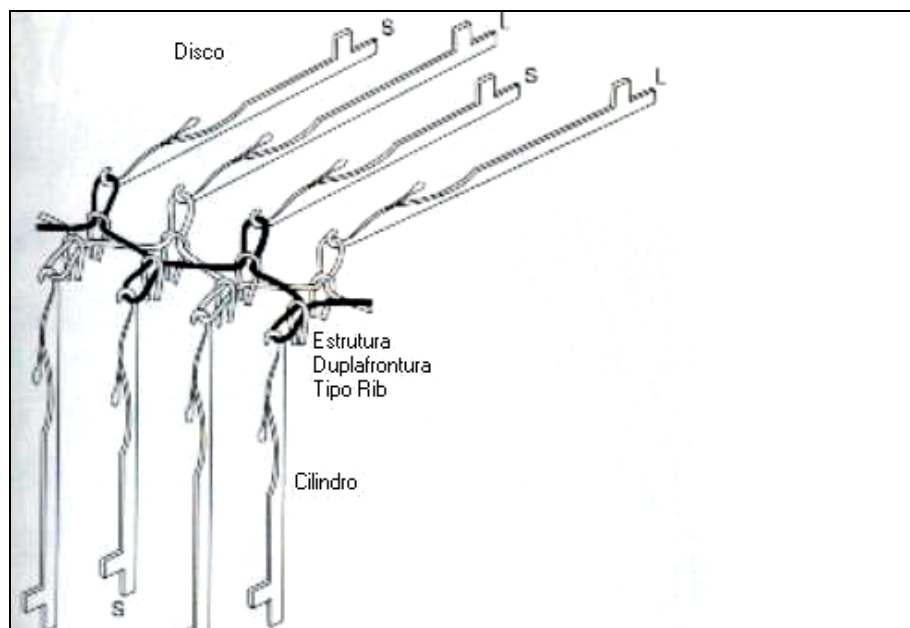


Figura 2.15: Formação do tecido RIB

Fonte: Spencer (1989).

Os equipamentos requeridos para a produção de tecidos Rib, possuem duas fronturas de agulhas e portanto são mais complexos se comparados com os teares de monofrontura.

Os tecidos Rib são firmes e não enrolam nas orelhas e estas malhas apresentam maior elasticidade na largura do que no comprimento.

Os tecidos do tipo *interlock*, possuem um sistema bastante semelhante ao Rib, sendo que a diferença significativa está na disposição das agulhas. Enquanto na Rib, as agulhas estão deslocadas uma das outras em relação as duas fronturas, na estrutura do *interlock* as agulhas estão exatamente colocadas frente a frente. Quando uma agulha sobe numa frontura, a agulha correspondente na outra frontura não pode subir, pois haveria uma colisão. Atualmente as máquinas de dupla frontura estão aptas em produzir tanto os tecidos Rib quanto tecidos *interlock*.

O tecido *interlock* caracteriza-se por possuir os dois lados do tecidos iguais, exatamente pela disposição das agulhas, as colunas do lado direito são exatamente opostas às colunas do lado avesso do tecido de malha. Sendo assim este tecido não pode ser estendido nos dois sentidos, comprimento e largura, são mais firme e os artigos formados por este tipo de tecido possuem maior estabilidade dimensional que os rib.

2.6 O setor de beneficiamento

A etapa seguinte do processo produtivo constitui-se no beneficiamento. O termo beneficiamento define a última etapa de processamento têxtil e engloba o conjunto de operações a que um tecido é submetido após a sua fabricação até estar apto para as fases de manufatura de corte e costura.

Nesta etapa objetiva-se, portanto, transformar os tecidos, a partir do estado cru, em artigos brancos, tintos, estampados e acabados. São executados processos e operações técnicas, respeitando as características dos materiais têxteis, que conferem conforto, durabilidade e propriedades específicas ao produto final. O acabamento é classificado em primário, secundário e terciário. No primeiro realiza-se a remoção de impurezas decorrente do processo de fabricação. No beneficiamento secundário ocorrem as atividades de tingimento e estampagem, dando cor e desenhos ao produto têxtil. No processo final são executadas atividades por meio de tecnologias específicas que procuram agregar

ao produto têxtil estabilidade dimensional, características especiais, etc. (BRAGA JR. e HEMAIS, 1999).

Heywood (2003), divide em 4 (quatro) fases os processos de beneficiamento:

- tratamento prévio ou preparação: conjunto de operações necessárias para preparar o material para ser tingido, estampado ou receber um dado acabamento;
- tingimento: operação de coloração uniforme do material têxtil;
- estamparia: consiste na aplicação de um desenho colorido no material têxtil;
- acabamentos propriamente ditos: efetuados sobre o tecido já branqueado, tingido ou estampado, conforme o caso, de forma a torná-lo mais adequado para o fim desejado.

Os principais fluxos de beneficiamento dos tecidos de malha 100% algodão podem ser resumidos conforme a Figura 2.16.

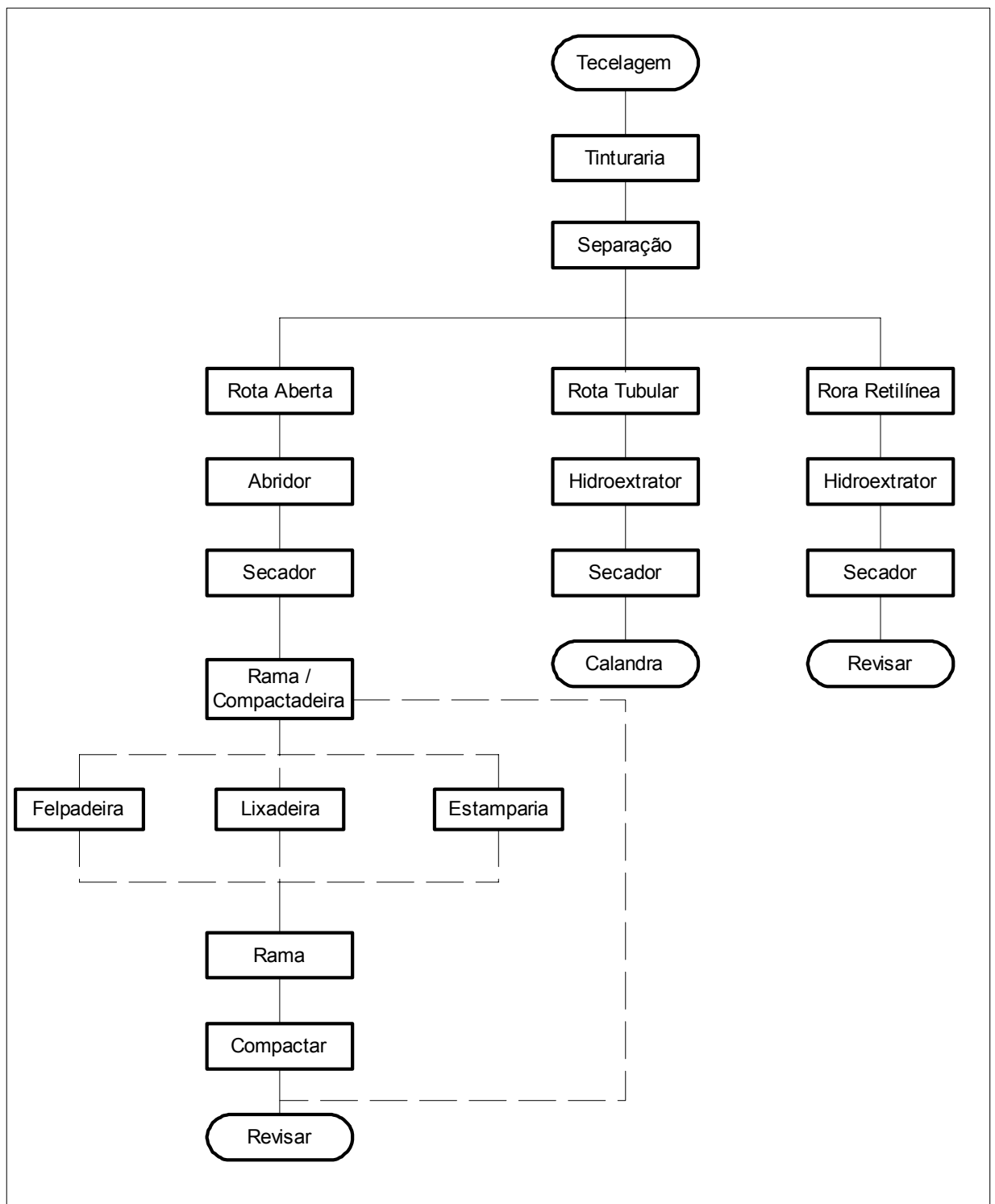


Figura 2.16: Fluxograma das rotas de acabamento para tecidos de malha em 100% algodão

Fonte: O Pesquisador (2004).

As rotas de beneficiamento dos artigos de malha circular constituído de fios mistos de fibras sintéticas e celulósicas ou totalmente sintéticas diferem um

pouco daqueles das malhas em 100% algodão, devendo-se incluir a operação típica para estes artigos que é a termofixação.

Os processos de preparação ou de pré-tratamento constituem nas operações de limpeza para eliminar do material todos os óleos e aditivos utilizados. No caso do algodão, sabe-se que esta fibra contém de 5 a 6% de impurezas de diversos gêneros e uma cor amarelada devido aos corantes naturais e alterações da celulose que a tornam amarelada. Além disso, deve-se considerar que o algodão possui outras impurezas não fibrosas derivadas dos processos de extração das fibras no descaroçamento e de limpeza mecânica, como pedaços de caroços (piolho), restos de vegetais de caules, folhas, etc.

No caso dos artigos de malhas, os fios fiados podem ter ainda aplicados ceras ou parafinas para diminuir os atritos nas máquinas e estes também precisam ser eliminados.

A remoção das impurezas do algodão é realizada através da operação de purga ou cozinhamento, a fim de eliminar cascas, matérias pécticas, ceras, graxas e óleos presentes nos materiais têxteis com o objetivo de aumentar sua hidrofilidade.

A fervura consiste num tratamento com uma solução alcalina a uma temperatura próxima da ebulição. Nestas condições dá-se a hidrólise das gorduras e ceras, facilitando a sua remoção. Como resultado obtêm-se, portanto um algodão hidrófilo e um tecido mais limpo.

Processos de pré-tratamento também podem incluir alvejamento. Tecidos que serão tintos em tonalidades claras e a maioria dos tecidos que recebem adornos de estamparia são primeiramente alvejados. Os alvejantes são agentes químicos que reagem com os compostos corados das fibras, tornando-a aos olhos humanos sem cor. Muitos tecidos que são alvejados recebem um branqueamento adicional através de branqueadores óticos. Segundo Broadbent (2001), os branqueadores óticos são substâncias que podem ser consideradas como corantes, que em lugar de absorver radiações visíveis, absorvem radiações na zona ultravioleta (comprimentos de ondas inferiores a 400 nm) e emitem radiações na zona visível.

A cor sempre representou algo de muito importante para o homem. O tingimento de substratos têxteis vem sendo empregado por muitos séculos e no princípio foram empregados corantes naturais, por métodos totalmente empíricos. Dos mais remotos tempos até meados do século XIX, os corantes eram de origem vegetal ou animal e seu uso implicava em inúmeros problemas: ausência regular de suprimentos, falta de reprodutibilidade da cor e baixa solidez. A grande revolução na química dos corantes ocorreu com a descoberta casual do primeiro corante sintético por Perkin, um estudante inglês. Perkin, em 1856, tentando sintetizar o quinino por oxidação da anilina com bicromato de potássio, obteve um corante, que tingia a seda em cor violeta viva.

O tingimento é uma modificação física e química do substrato de forma que a luz refletida provoque uma percepção de cor. Envolve o uso de produtos químicos que são capazes de combinações com a molécula da fibra têxtil, geralmente quando em solução aquosa. Os produtos que provocam estas modificações são denominados matérias corantes.

Matéria corante é um composto orgânico capaz de colorir substratos têxteis ou não têxteis, de forma que a cor seja relativamente sólida à luz e a tratamentos úmidos. São classificados em:

- corantes: são solúveis ou dispersíveis no meio de aplicação, geralmente água. No tingimento, os corantes são adsorvidos e se difundem para o interior da fibra, há interações físico – químico entre corante e fibra;
- pigmentos: são insolúveis em água e são aplicados na superfície da fibra e fixados mediante resinas sintéticas.

Tabela 2.8: Classificação dos corantes por aplicação

| Corantes | Celulose | Proteínica | Poliamida | Poliéster | Acrílica |
|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Ácido | (-) | (XX) | (XX) | (-) | (-) |
| Azóico | (XX) | (-) | (X) | (X) | (X) |
| Básico | (-) | (-) | (-) | (-) | (XX) |
| De Cuba | (XX) | (X) | (-) | (-) | (-) |
| Direto | (XX) | (X) | (X) | (-) | (-) |
| Disperso | (-) | (-) | (XX) | (XX) | (XX) |
| Ftalocianina | (XX) | (-) | (-) | (-) | (-) |
| Metalífero | (-) | (XX) | (XX) | (-) | - |
| Pigmento | (X) | (X) | (X) | (X) | (X) |
| Reativo | (XX) | (XX) | (X) | (-) | (-) |
| Sulfuroso | (XX) | (-) | (-) | (-) | (-) |

Fonte: Adaptado de Araújo e Castro (1986-87, vol. II, p. 698)

(XX) Muito adequado; (X) Adequado em certos casos e (-) Não aplicável

Os corantes são classificáveis por sua estrutura química ou por sua aplicação. A classificação dos corantes por aplicação pode ser analisada pela Tabela 2.8.

Os processos de tingimento mais utilizados e empregados pelas indústrias têxteis em alta escala, são:

- **Processos Contínuos:** nesse processo o banho de impregnação permanece estacionado enquanto o substrato passa continuamente por ele, é espremido mecanicamente e fixado por calor seco ou vapor ou ainda por repouso prolongado.
- **Processos por Esgotamento:** o corante é deslocado do banho para a fibra. Nesse processo, há o contato freqüente entre o banho e a fibra mediante movimentação de um deles ou dos dois, o corante se desloca do banho para a fibra devido a substantividade (propriedade do corante de se deslocar do banho de tingimento para fibra).

Os materiais têxteis, quanto à sua forma física podem ser tingidos em diversos tipos diferentes de equipamentos. Pode-se tingir a massa da fibra, para se obter uma variedade de tons mesclas nos fios. Pode-se tingir o próprio fio, para se obter efeitos multicoloridos nos tecidos, como listrados. Pode-se tingir o tecido, prática das mais comuns devido aos custos envolvidos no processo e na reprodutibilidade das cores. Por fim, pode-se tingir as peças confeccionadas, para se obter versatilidade de cores e efeitos, produtividade para pequenos lotes, bem como velocidade no tempo de resposta aos clientes.

O tingimento de fibras se dá em equipamentos do tipo autoclave. Um outro tipo construtivo de autoclave, também processa o tingimento de fios. Para o tingimento de fios, utilizam-se mais comumente os fios em bobinas, fazendo-se a circulação do banho de dentro para fora e de fora para dentro das bobinas, de forma a permitir uma boa igualização.

No caso do tingimento de tecidos, é conveniente fazer a separação entre aquelas máquinas que trabalham por esgotamento (descontínuas) e as que trabalham por impregnação (contínuas). (ARAÚJO e CASTRO, 1986-87).

No tingimento por impregnação, o tecido é impregnado com a solução ou dispersão do corante e espremido em um “*foulard*”. O “*foulard*” é constituído de um reservatório contendo de dois a três rolos espremedores. O volume do reservatório deve ser o menor possível, o que permite uma troca rápida do banho e por outro lado o percurso do tecido deve ser o suficiente para permitir o tempo mínimo da reação entre o banho e a fibra. Além disso, a pressão dos rolos deve ser igual em toda a sua extensão para assegurar uma distribuição homogênea.

No caso do tingimento por esgotamento, as barcas são uma das máquinas mais antigas para o tingimento de tecidos ou malhas de trama. A agitação tão necessária no processo de esgotamento é feita apenas por circulação do material a ser tinto. O tecido encontra-se na forma de corda, cujas extremidades são costuradas uma na outra, podendo ser colocadas várias cordas lado a lado na mesma barca. Os principais inconvenientes da barca são a elevada relação de banho (volume de banho de tingimento/peso do material a ser tinto) da ordem de 30/1, que conduz a elevado consumo de água, energia, e produtos químicos, além do percurso que o material faz em contato com o ar, prejudicial para certos tipos de corantes (BROADBENT, 2001).

O maquinário mais utilizado para o tingimento de malhas circulares são os “jets”. No tingimento em “jets” o substrato, é transportado com mínima tensão pelo próprio banho e por um molinete colocado na parte superior da máquina. O banho ao passar por um bocal (Venturi - estrangulamento) em alta velocidade, provoca uma pressão negativa, pelo princípio de Bernoulli, arrastando o material a ser tinto, circulando mais rápido que o próprio banho, o que auxilia em parte para uma boa igualização do processo de tingimento, conforme Figura 2.17.

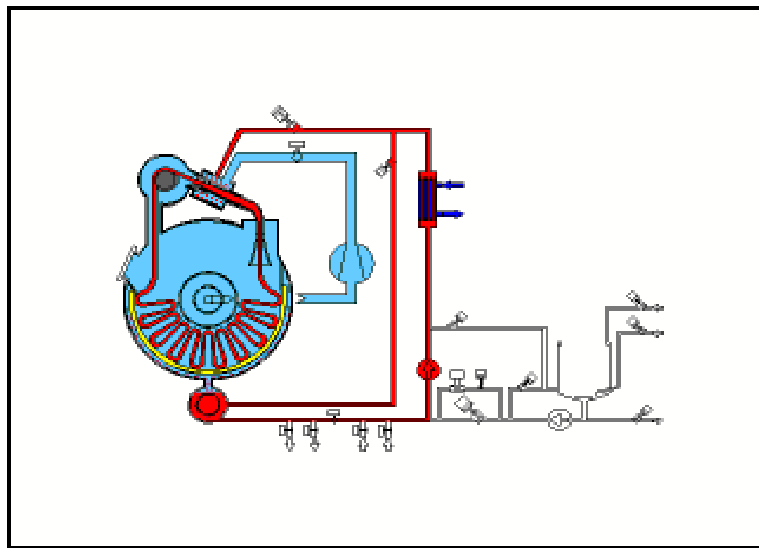


Figura 2.17: Jet redondo

Fonte: O Pesquisador (2004).

Para tecidos mais delicados, de gramatura baixa e de fibras sujeitas a deformações sob ação de tensões superficiais, utiliza-se o mesmo princípio de tingimento, porém outra máquina com outro conceito construtivo que utiliza um sistema de fluxo progressivo, onde o movimento do tecido é essencialmente provocado por um cilindro e pelo jato de forma muito mais suave do que no processo da máquina anterior, conforme pode ser observado na Figura 2.18.

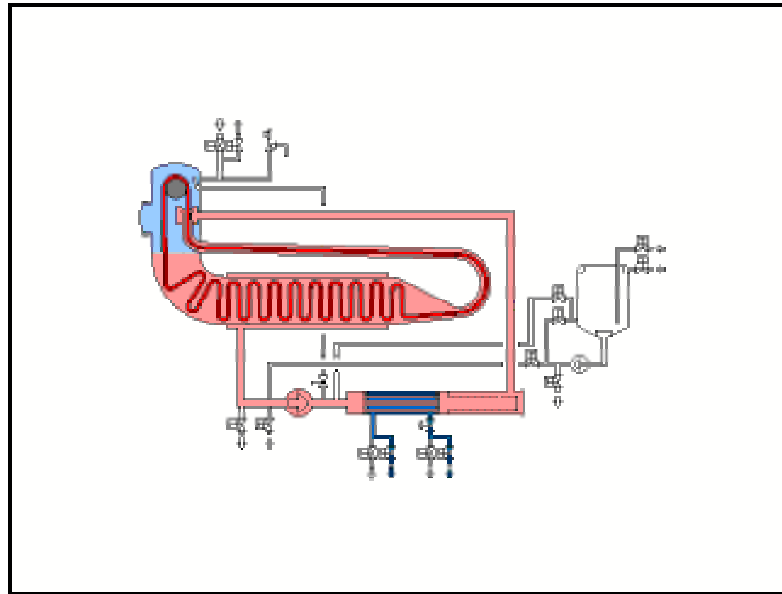


Figura 2.18: Jet longo

Fonte: O Pesquisador (2004).

Todas as operações de beneficiamento anteriormente descritas estão diretamente relacionadas com a coloração do artigo têxtil, incluindo o próprio branco. Essas operações podem inclusive como foi visto anteceder à fiação e à tecelagem. Mas antes do tecido ser enviado para a confecção, é necessário proceder ao melhoramento de certas propriedades que até este momento não tinham sido consideradas como essenciais: aspecto, textura, brilho, maciez, amarrotamento, caimento, resistência e principalmente a estabilidade dimensional. Todas essas e outras propriedades são determinantes no valor que o consumidor atribui ao tecido e ao artigo confeccionado, (ALFIERI, 1991).

Heywood (2003), subdivide o acabamento em:

- Acabamento Químico: baseiam-se na aplicação de substâncias que vão reagir com as fibras ou cuja simples presença no tecido atua sobre as propriedades dos mesmos.
- Acabamento Mecânico: são aqueles em que vão alterar as propriedades dos tecidos apenas por ações físicas, modificando as formas geométricas das laçadas e do próprio tecido.

O acabamento é, portanto, a fase onde se promove o relaxamento mecânico dos tecidos, seja para tecidos que seguem a rota tubular ou para tecidos que seguem a rota aberta e para qualquer uma dessas rotas, a maior

parte das máquinas de acabamento funciona em contínuo. Os tecidos da rota tubular e retilíneo, geralmente destinam-se para a confecção de golas, punhos, mangas, barras e peitilhos, bem como para artigos sem costura lateral ou sem o fechamento tradicional por “*overlock*”. Estes tipos de artigos são conhecidos como “*body-size*”. Já os tecidos que seguem a rota aberta, são geralmente destinados a confecção do corpo da peça costurada. Isto se deve principalmente, pelo aproveitamento total do tecido, sem a necessidade de encaixar as peças nas dobras laterais que um tecido tubular naturalmente possui.

São quatro os principais processos de acabamento mecânico de um tecido, para qualquer que seja a rota escolhida:

- hidroextração;
- secagem;
- compactação;
- enobrecimentos físicos.

No processo de hidroextração as máquinas são construídas com o propósito de proporcionar ao tecido uma pré-secagem, amaciamento e no caso do fluxo tubular um pré-encolhimento em úmido. O efeito de hidroextração na pré-secagem é obtido por espremagem entre cilindros, centrifugação ou ainda aspiração. O método mais empregado atualmente e também o mais prático para a eliminação do excesso de água, é o da passagem do tecido entre rolos espremedores sujeitos a uma determinada pressão. As pressões são elevadas e no caso dos tecidos em tubular, a ação de espremagem forma com frequência vincos indesejáveis. As pressões por exemplo de 4 kgf/cm² linear, resultam em um residual de umidade de 55 a 60%, dependendo não só da pressão como também da dureza dos cilindros, da composição e estrutura do artigo. Após a primeira espremagem, o tecido segue para uma cuba com amaciantes e passa pelo segundo conjunto de cilindros espremedores. As pressões dos conjuntos de cilindros devem ser ajustadas para determinar a quantidade de carregamento de amaciantes.

Os processos de secagem propriamente ditos são por aquecimento superficial ou interno. O aquecimento superficial subdivide-se, por sua vez em três tipos que são por convecção, condução e irradiação. Existem diversos equipamentos para cada caso, sendo os mais significativos a Rama e o Secador do tipo “*tumbler*”, que trabalham por convecção. O primeiro equipamento é utilizado principalmente para tecidos planos (trama e urdume) e para tecidos de malha por trama que possuam fibras sintéticas ou mistas. Pois, a rama é um equipamento que provoca a termofixação, visto que podem chegar a temperaturas acima dos 200°C. Baseado no princípio de que materiais termoplásticos tornam-se estabilizados à configuração que são submetidos a temperaturas próximas do ponto de amolecimento. Nestes equipamentos é possível definir exatamente as condições dimensionais de largura, abrindo ou fechando progressivamente as correntes, que transportam as garras de agulhas, sobre alimentando mais ou menos o artigo no comprimento e expondo-o a perfis de temperatura dos mais variados. Diversos dispositivos podem compor a entrada da rama além do “*foulard*” de impregnação para acabamentos químicos. Um exemplo importante é o endireitador de trama cujo objetivo é o de corrigir distorções provocadas por processos anteriores ou da característica do próprio tecido. Tecidos e malhas são assim estabilizados pelo calor.

O equipamento de secagem ideal para tecidos de malha em algodão é o secador “*tumbler*”. Este tipo de secador existe em duas formas, um para atender os tecidos de malha em tubular e outra para tecidos de malha em aberto. A diferença está basicamente na entrada do secador. O secador para tecidos de malha em aberto possui uma entrada agulhado semelhante à rama, com a finalidade de corrigir as distorções na geometria das laçadas que foram provocadas pelos processos anteriores de tecelagem, tingimento e espremedura. Este sistema de agulhamento avança em velocidades diferentes da velocidade de alimentação do tecido de malha, podendo chegar acima dos 50% de sobre alimentação. Além disso, possibilita o alargamento do tecido de malha de forma progressiva, a valores pré-determinados. Este conjunto de soluções, é de suma importância para regularizar a forma natural da laçada do tecido de malha, livrando-a de todas as tensões residuais.

Os processos posteriores de secagem, completa o processo de relaxamento, devido à perda de umidade do tecido para o ambiente da câmara de secagem. Esta câmara é dotada de uma esteira perfurada vibratória que transporta a malha, sob um fluxo de ar quente que resulta na evaporação rápida da água presente na fibra do tecido de malha. O fluxo de ar é gerado através de jatos que são posicionados de uma maneira que seja provocado um movimento de pulsação do tecido de malha, tanto no seu comprimento quanto na sua largura, fazendo com que se promova o encolhimento principalmente da largura do tecido de malha.

Para promover o encolhimento no sentido do comprimento, o tecido de malha passa pelo processo de compactação. Neste processo o tecido precisa estar seco, mas com os índices de umidade relativa nas condições ideais da fibra do tecido de malha, para os tecidos de algodão entre 4 a 8% de umidade. A compactação para os tecidos de malha em tubular é feita nas máquinas conhecidas como calandras de compactação, já para os tecidos de malha em aberto, a compactação mecânica é feita nas compactadeiras agulhadas. A calandragem é fundamentalmente uma “passagem a ferro” em contínuo, passando o tecido entre um rolo metálico aquecido e um rolo com uma certa elasticidade que operam em velocidades distintas, obrigando o tecido a comprimir-se e eliminando todas as rugas de operações prévias. Nesta fase é que se obtém todos os parâmetros desejáveis do tecido, em termos físicos de largura, gramatura e percentual de encolhimento. Para isto deve-se ter o conhecimento prévio do estado em que se encontra o tecido de malha para então observar a melhor regulação do equipamento, na abertura da largura, do percentual de sobrealimentação e da quantidade de vaporização a ser introduzida nos tecidos.

Por fim, existem umas séries a mais de acabamentos ditos enobrecimento final dos tecidos, que conferem ao artigo um valor a mais que é facilmente percebido pelo consumidor e cliente. A flanelagem é um dos mais conhecidos acabamentos mecânicos no qual os tecidos de malha são passados contra guarnições de escovas com arame. A ação resultante é o levantamento de pelos do tecido. O efeito geral é um tecido com efeito flanelado ou peluciado. Os tecidos flanelados possuem um toque suave e propiciam melhor isolamento térmico, isto devido à camada de ar retida pelas fibras. Os tecidos devem ser especialmente

construídos para este fim. A lixagem é um processo também muito utilizado e muito semelhante ao processo anterior, difere nos cilindros, que ao invés de uma guarnição de aço, possui uma superfície rugosa como um lixa. Sua aplicação resulta em um efeito de pele de pêssago não tecido de malha.

2.7 O setor de confecção

Por fim, as etapas de confecção, elaboração de moldes e estilos, para atender aos mais diferentes mercados.

Induzidas pelo acirramento da concorrência e viabilizadas pelos progressos tecnológicos introduzidos no processo produtivo, algumas das características tradicionais da indústria têm se alterado. A produção de tecidos para confecção, por exemplo, era realizada em grandes volumes, devido ao lote mínimo de cor e estampa necessário para torná-la economicamente viável. Atualmente, devido à incerteza relacionada às rápidas alterações nos gostos dos consumidores e aos custos de manutenção de estoques, a flexibilidade e rapidez no atendimento às encomendas tornaram-se armas competitivas extremamente importantes. Dessa forma, os tamanhos dos lotes têm sido reduzidos, o que se tornou economicamente possível em função da incorporação de inovações no processo produtivo.

Segundo Garcia (1994), a dinâmica do setor é dada pelos mercados finais. O agrupamento em mercados tão amplos como: vestuário, consumo doméstico, produtos industriais e para usos especiais mascara os diferentes determinantes da demanda de cada um dos segmentos específicos que compõe esse mercado. Além disso, as estratégias competitivas envolvidas em cada um deles também são diferenciadas, estando baseadas, em maior ou menor grau, na inovação de processos, produtos e nas novas técnicas organizacionais.

Conforme o IEMI (2001), existem no Brasil vinte e cinco (25) empresas no segmento de fibras e filamentos, três mil trezentas e cinco (3.305) empresas no segmento indústria têxtil e dezoito mil setecentas e noventa e sete (18.797) no

segmento confecção. Sendo que o segmento de confecção é responsável, segundo a mesma fonte, por movimentar US\$ 27,2 bilhões e proporcionar 1.232.000 empregos.

Iemi (2001) menciona que do número total de empresas de confecção do vestuário existentes, setenta por cento (70 %) são de pequeno porte, vinte e sete por cento (27%) de porte médio e somente três por cento (3%) são de empresas grandes.

2.8 Estabilidade dimensional

2.8.1 Conceituação

Os tecidos de malha com fibra de algodão são ideais para serem usados diretamente sobre a pele, principalmente pelas suas propriedades físicas, tais como, alta elasticidade, mesmo quando submetido a condições de baixa tensão, o que permite um perfeito caimento da peça de algodão sobre o corpo, sem qualquer desconforto para quem está vestindo o artigo. Contudo, em contraste com a excelente propriedade descrita, os tecidos de malha de algodão são suscetíveis a alterações dimensionais ou baixa estabilidade dimensional.

Entende-se por estabilidade dimensional a característica de um tecido conseguir manter as dimensões atingidas no momento de sua fabricação, sem se modificar pelo próprio uso.

As malhas produzidas a partir das fibras termoplásticas não apresentam, com algumas exceções, problemas de estabilidade dimensional, pois sendo termofixáveis poderão receber através de tratamentos térmicos sua forma definitiva e permanente.

As causas de instabilidade são devidas às alterações que, após o processo de fabricação do tecido, ocorrem no próprio fio, nas tensões, existentes na textura da malha, nas deformações impostas à malha nos tratamentos têxteis.

O fio durante o processo de formação do tecido é submetido a tensões que lhe provocam um estiramento; quando retiradas estas tensões tende a sofrer uma retratação em função da recuperação elástica de suas fibras. Essa retratação processa-se com maior ênfase na presença de fatores como: água, calor e movimento, que conjuntamente promovem alterações na estrutura molecular das fibras produzindo uma redução no comprimento do fio e um aumento no seu volume. Esse efeito que se reflete como um encolhimento no tecido é efetivamente o único encolhimento que ocorre na malha. Os demais nada mais são que acomodações dos laços de malha ao rumarem à sua posição definitiva, por não terem sido estabilizados ou por terem sofrido deformações em qualquer processo posterior à fabricação do tecido.

As formas que as laçadas assumem ao serem formadas irão se modificar bastante quando se neutralizarem as tensões residuais internas do tecido provocado pelo próprio processo de fabricação, implicando numa alteração das dimensões do tecido. Os tecidos sofrem contração denominada contração de relaxamento, a qual é variável com a contextura, o título e o tipo de fio, o diâmetro da máquina, a finura da máquina e a regulação do ponto utilizada.

2.8.2 Histórico

Os trabalhos científicos realizados no domínio da geometria e do comportamento dimensional dos tecidos de malha podem ser divididos em trabalhos empíricos e em estudos teóricos. De forma cronológica é quase impossível dividir a evolução destes estudos. Pois as bases científicas da malharia foram gradualmente desenvolvidas e complementadas de forma empírica, descritiva e mecanística com o passar do tempo.

Todos os estudos sem exceção buscaram entender o processo de relaxação ou encolhimento do tecido de malha, através da análise da forma geométrica que a laçada assume durante as diversas fases de processos e do processo de relaxação a que o tecido é submetido.

O primeiro modelo matemático foi sugerido por Chamberlain (1926), que buscou descrever a configuração da laçada. Porém, o modelo proposto era limitado, pois baseava-se em apenas duas dimensões e um modelo mais

realístico foi considerado no trabalho de Peirce (1947), que previa um modelo baseado em três dimensões. Peirce assumia que o eixo central do fio de uma laçada formava uma superfície cilíndrica paralela à linha de cursos do tecido. Ele assumia que quando o cilindro era desenvolvido sob um plano, o eixo central do fio era composto de arcos circulares e de linhas retas. Deste modelo, Peirce obteve a Equação:

$$l = 2p + q + 5,9d \quad (2.3)$$

Onde:

d = diâmetro do fio;

p = espaço ocupado pelo curso;

q = espaço ocupado pela coluna;

l = comprimento do fio na laçada.

Contudo, os estudos realizados por Leaf et al. (1955), não validaram a equação obtida por Peirce. Segundo as comprovações matemáticas de Leaf et al., Peirce não considerou que as forças torcionais do fio, mudam a curvatura das laçadas e portanto, modificam a forma e o espaço por ela ocupada. Desta forma, Leaf et al. (1955) afirmam que o modelo proposto por Peirce só devesse ser aplicado em tecidos já totalmente relaxados ou livres de toda e qualquer força.

Já os estudos empíricos da geometria das malhas de trama têm sido influenciados pelo trabalho pioneiro de Doyle (1953) e Munden (1959), na estrutura de malha *jersey* simples, baseado na hipótese da projeção de uma “elástica”.

Porém foi Dutton (1944) quem primeiro defendeu que as mudanças dimensionais das malhas ocorriam devido a retirada das forças aplicadas ao tecido durante o processo de fabricação. As mudanças ocorriam após a remoção do tecido da máquina de tear e outras mudanças também foram observadas após a lavagem, o acabamento e o ato de passar a ferro. Neste estudo, o número de cursos por polegadas foi utilizado para indicar a qualidade e a rigidez do tecido.

Ele sugeriu que a qualidade e a regularidade da malha lisa são controladas por diversos fatores tais como o tipo e a condição da máquina de tear, os tipos de fios, a embalagem dos fios, a recuperação do fio, a temperatura e a umidade da sala de costura, a velocidade da máquina, a tensão do tecido e o sistema de coleta do tecido. Ele verificou que após molhar o tecido em água, o encolhimento na largura do tecido aumentou à medida que os cursos por polegada aumentaram, enquanto que o encolhimento no comprimento diminuiu. Quando as medidas do encolhimento no comprimento e na largura foram comparadas ao número de cursos por polegada, verificou-se que o valor ótimo de cursos por polegada pode ser encontrado a partir do ponto onde as curvas do encolhimento no comprimento e na largura cruzam-se.

Das experiências com malhas *jersey* simples no estado relaxado seco, Doyle (1953) observou que a densidade dos pontos (cursos x colunas) do tecido dependiam do comprimento da laçada por ponto e independia do material e da estrutura do fio e do sistema de tecelagem empregado para formar as laçadas. Quando o comprimento da laçada foi comparado à densidade dos pontos, uma única curva foi verificada. Em relação à isto, ele introduziu uma relação entre a densidade dos pontos e o comprimento da laçada dada pela seguinte equação:

$$S = \frac{K_s}{l^2} \quad (2.4)$$

Onde:

S = densidade do ponto;

l = comprimento da laçada

K_s = constante que foi considerada como 19,3.

Subseqüentemente, Munden (1959) estudou a geometria e as propriedades dimensionais de malhas lisas. Ele sugeriu dois estados de relaxação para um tecido.

1. Estado seco de relaxação: O tecido tirado da máquina de tear foi deixado estendido sobre uma mesa plana e sem estiramento para alcançar seu

estado de equilíbrio numa atmosfera padrão por pelo menos 24 horas. Munden (1959) sugeriu que a condição livre de tensão de malhas jersey simples de lã podia ser alcançada se deixadas relaxar livremente, enquanto que a das malhas de algodão nunca seria completa.

2. Estado molhado de relaxação: O tecido foi deixado estendido sem estiramento imerso em água à 30° C por pelo menos 12 horas e daí retirado. Foi então deixado estendido sobre uma mesa plana e sem estiramento numa atmosfera padrão por não menos que 24 horas para que alcançasse um novo equilíbrio.

Da sua investigação em geometria do tecido, ele defendeu que todas as dimensões do tecido dependiam somente do comprimento da laçada. Ele propôs mais três relações, a seguir:

$$cpi = \frac{Kc}{l} \quad (2.5)$$

$$wpi = \frac{Kw}{l} \quad (2.6)$$

$$Kr = \frac{Kc}{Kw} \quad (2.7)$$

Onde:

cpi = cursos por polegada;

wpi = colunas por polegada;

Kc e Kw = constantes que representam parâmetros dimensionais do tecido;

Kr = Fator que revela o formato da laçada.

Os valores K para malhas lisas de lã obtidas por Munden são dados na Tabela 2.9.

Tabela 2.9: Valores K de malhas lisas de lã

| Valores K | Estado de relaxação | Estado de relaxação |
|-------------|---------------------|---------------------|
| | seco | molhado |
| K_s | 19,3 | 21,6 |
| K_c | 5,0 | 5,3 |
| K_w | 3,8 | 4,1 |
| K_r | 1,3 | 1,3 |

Fonte: O Pesquisador (2004).

O significado das equações de Munden, é que as dimensões das malhas *jersey* simples produzidas a partir de fios de fibra descontínua e fios de filamentos contínuos, são definidas pelo comprimento do fio existente na laçada, Equação 2.4, todas as outras variáveis apenas influenciam nas dimensões do tecido, se em primeiro lugar modificarem o comprimento da laçada, desde que os tecidos sejam sempre medidos no mesmo estado de relaxação. Munden (1960) também observou que as dimensões das malhas variam com o estado de relaxação, descrevendo a ação da água na fibra do tecido feito de um fio hidrofílico.

Segundo o autor, durante o tratamento de lavagem, moléculas de água penetraram na fibra resultando numa quebra de algumas ligações entre moléculas das fibras de cadeia longa adjacentes. Quando as fibras no fio são entrelaçadas, as ligações são forçadas e é esta tensão nas ligações que faz com que o fio alise novamente quando desenrolado do tecido. Ao secar, estas ligações formam-se novamente de forma que o fio é permanentemente moldado na configuração da laçada. Esta laçada pode reter toda a ondulação ao desembaraçar do tecido.

Munden (1963) investigou o efeito da lavagem na mudança dimensional de tecidos de combinação de lã com fibras sintéticas. De acordo com o seu trabalho, o procedimento de lavagem dá-se da seguinte maneira: depois que cada peça passou pelo estado de relaxação molhado e foi seca, a mesma foi lavada numa máquina de lavar por 3 períodos sucessivos de 10 minutos; 3 períodos sucessivos de 30 minutos e 2 períodos sucessivos de 1 hora, perfazendo um total de 4 horas de lavagem. Após cada ciclo de lavagem, o tecido foi removido da

máquina, torcido à mão para extrair a água, deixado esticado para secar numa superfície dura e depois as dimensões foram medidas.

Em 1968, Knapton et al. (1968) definiram um estado “completamente relaxado” para as malhas. Para as malhas *jersey* simples, o estado completamente relaxado foi alcançado após umedecer completamente por 24 h, extrair a água, e secar por torção por um período de 1 hora à 70° C. Os valores K encontrados por Knapton são mostrados na Tabela 2.10. Pode-se observar que K_s e K_c em estado completamente relaxado são maiores que aqueles (Tabela 2.9) no estado relaxado molhado que foram encontrados por Munden (1959).

Tabela 2.10: Valores K do estado completamente relaxado de malhas lisas de lã

| Valores K | Malha Jersey |
|-------------|---------------|
| K_s | 23,1 (+- 1,0) |
| K_c | 5,50 (+- 0,2) |
| K_w | 4,18 (+-0,1) |
| K_r | 1,30 (+-0,05) |

Fonte: Knapton et al. (1968).

Knapton et al. (1968) através deste estudo, descobriram que a forma geométrica da laçada, tanto no estado de relaxação a seco como no estado de relaxação a molhado, não eram previsíveis. Os parâmetros K nestes estados de relaxação eram dependentes de certas variáveis da malha e do tear, sobretudo da tensão do puxamento. Em qualquer tipo de malha de trama, as forças impostas no fio durante a formação da laçada são suficientemente elevadas para temporariamente alongar as laçadas dos tecidos de malha, sendo necessário introduzir meios para agitar o tecido a fim das laçadas poderem assumir uma forma não deformada ou mais estável. Por conseguinte, foi proposto um tratamento de relaxação mais severo que incluía uma hora de secagem em tambor rotativo a 70°C (ARAÚJO e CASTRO, 1984).

Nutting e Leaf (1964) tentaram desenvolver uma geometria do tecido de forma generalizada. Eles relacionaram o espaçamento do curso ao comprimento da laçada do tecido e consideraram que o efeito do diâmetro do fio seria linear e aditivo. O diâmetro do fio foi considerado proporcional a $T^{1/2}$, onde T é o valor tex (como referenciado nas equações 2.1 e 2.2). A Equação resultante é apresentada a seguir:

$$\frac{1}{C \times l} = A + \frac{D \times T^{1/2}}{l} \quad (2.8)$$

Onde:

l = comprimento da laçada;

A , C e D = constantes.

O valor D para todas as malhas *jersey* simples no estado relaxado molhado foi zero, enquanto que o de outras estruturas, tais como: pique duplo, *interlock* e rib 1x1, tiveram algumas influências no espaçamento do curso, embora no rib 1 x 1 a influência tenha sido pequena.

Growers e Hunter (1978) indicaram que, com exceção do trabalho experimental inicial feito por Doyle (1953) e os modelos semi-empíricos de Leaf (1960), a maioria dos pesquisadores experimentais restringiram-se a mostrar resultados de malhas *jersey* simples em termos de um conjunto de valores K :

$$q = Kq \times l \quad (2.9)$$

$$p = Kp \times l \quad (2.10)$$

e a área da célula unitária do tecido:

$$A = p \times q = Ka \times l^2 \quad (2.11)$$

Onde:

l = comprimento da laçada;

p = espaçamento do curso;

q = espaçamento da coluna;

Kp , Kq e Ka = constantes.

Estas relações indicam que as dimensões do tecido completamente relaxado são uma função do comprimento da laçada. A condição relaxado – molhado segundo a sua investigação foi a seguinte: a peça foi deixada em água por 24 horas e depois tirada e seca por torção à 45° C por 30 minutos. Na sua investigação, as equações lineares de regressão foram utilizadas conforme as Equações (2.12) e (2.13):

$$q = a_1 \times l + b_1 \quad (2.12)$$

$$p = a_2 \times l + b_2 \quad (2.13)$$

Onde:

a_1 ; a_2 ; b_1 e b_2 = constantes de regressão.

Observou-se que os coeficientes lineares b_1 e b_2 dependeram do diâmetro do fio. Ainda foi observado que o espaçamento do curso e da coluna de malhas *jersey* simples de algodão, lã e acrílicas não somente dependem do comprimento da laçada, mas também do diâmetro do fio.

A maioria das investigações mencionadas acima foram realizadas em malhas de lã, muito pouca atenção foi dada até aquele momento ao entendimento da estabilidade dimensional de tecidos de malha em algodão. Contudo, alguns trabalhos também foram realizados com malhas de algodão.

Black (1974) conduziu experimentos para examinar o efeito das regulagens dos teares circulares na distorção de tecidos de malha em algodão e as suas misturas com outras fibras. Verificou-se que, para tecidos com o mesmo comprimento da laçada e diferentes tensões nas regulagens de puxamento do tecido, resultaram em diferentes dimensões (cursos e colunas por polegada), mas depois de lavar e secar em secador de tambor, as dimensões do tecido ficam as mesmas. Isto acontece porque o tecido não relaxado estava num estado temporariamente distorcido ou não relaxado. Ele depois mostrou que qualquer medição das dimensões do comprimento e da largura (cpi e wpi) e o peso de um tecido num estado distorcido ou não relaxado estavam sujeitos a erro. Então as

dimensões corretas dos tecidos poderiam ser obtidas por um processo de lavagem e secagem por tambor. Ele também considerou o uso de tratamentos de resina como um meio de estabelecer a distorção do tecido. Verificou-se que o uso de resina poderia reduzir o encolhimento dos tecidos.

Knapton et al. (1975) investigaram as propriedades dimensionais do tecido de malha em algodão, do tipo *jersey* simples. Utilizaram uma metodologia muito similar ao realizado com lã, comprovando que a estabilidade dimensional e a geometria que uma laçada desenvolve em lã, é muito similar à laçada em algodão. Além disso, foi concluído neste estudo que a parte da agitação mecânica promovida no tecido, o uso de um tratamento químico causa também um processo de encolhimento e relaxação no tecido de malha em algodão.

Duas técnicas de relaxação foram empregadas no seu trabalho experimental. A primeira envolveu relaxação mecânica, um tecido completamente relaxado foi lavado e seco por tambor por dez vezes. O segundo método foi realizado imergindo um tecido no hidróxido de sódio aquoso à 60°C por 60 minutos e depois enxaguado, tirado da água, seco e condicionado por 24 horas. Os valores médios K_i destas duas técnicas são mostrados na Tabela 2.11.

Tabela 2.11: Valores K_i num estado completamente relaxado no tecido de malha circular em algodão do tipo *jersey*

| Tratamento de Relaxação | Valores de K_i | |
|-------------------------|------------------|-------|
| | K_c | K_w |
| Mecânico | 5,73 | 4,10 |
| Químico | 5,63 | 4,02 |

Fonte: Black (1974).

Os valores de K_i que foram obtidos de ambos os tratamentos de relaxação (Tabela 2.11) foram semelhantes, mesmo verificando que o K_c de ambos os tratamentos normalmente dependiam do fator de cobertura, da densidade linear do fio e da qualidade da fibra.

Um importante trabalho sobre a produção e processamento do tecido de malha circular de algodão, foi iniciado no começo de 1978 por pesquisadores trabalhando no Instituto Internacional do Algodão (IIC). Este projeto era conhecido

como “O Projeto Starfish” que é um acrônimo para “Start as you mean to finish” / “Comece como você quer terminar”, Heap et al. (1983). O objetivo principal deste projeto era capacitar o fabricante de malhas de algodão circular para prever as dimensões do tecido acabado em seu estado completamente relaxado e ajudar o fabricante a entregar o tecido com níveis consistentemente baixos de encolhimento residual. Este programa foi desenvolvido a partir de três princípios de trabalho: procedimento de relaxação, base de dados e modelo matemático.

O procedimento de relaxação que leva a malha de algodão ao seu estado estável de acordo com o Projeto Starfish era o seguinte Heap et al. (1983):

1. lavar numa máquina automática doméstica à 60° C;
2. secar por tambor num peso constante;
3. molhar na máquina de lavar (ciclo enxágüe);
4. secar por tambor num peso constante;
5. repetir os passos 3 e 4 três vezes, perfazendo um total de 5 ciclos;
6. condicionar à recuperação normal.

Depois que o tecido foi submetido ao procedimento acima, ele esteve no seu “Estado de Referencia” ou no “Estado Completo de Relaxação”. Verificou-se que, com este procedimento, o maior encolhimento de todos as malhas de algodão poderia ser obtido.

Os tecidos utilizados para este projeto foram representativos daqueles da produção comercial. Três tipos de tecido básicos foram investigados, rue simples, *interlock* e rib 1x1. Inicialmente foram coletadas e analisadas as amostras por: tipo de tecido, título do fio, torção do fio, por procedência do processo de fiação, pela galga do tear e pela rota de produção do tecido. Subseqüentemente, a base dos dados para o tecido de malha do tipo rue foi adicionado a este projeto.

O modelo matemático foi desenvolvido utilizando múltiplas equações de regressão. Verificou-se que as principais variáveis dependentes foram o comprimento da laçada e a densidade linear do fio. As melhores equações de ajuste, conforme Heap (1986), são apresentadas a seguir:

$$\text{Cursos de referência / cm} = c_3 + \frac{c_4}{L} + c_5 \sqrt{tex} \quad (2.14)$$

$$\text{Colunas de referência / cm} = c_6 + \frac{c_7}{L} + c_8 \sqrt{tex} \quad (2.15)$$

$$\text{Densidade de referência / cm}^2 = c_9 + \frac{c_{10}}{L^2} + c_{11} \sqrt{tex} \quad (2.16)$$

$$\text{Gramatura de referência / m}^2 = c_{12} + c_{13} \frac{T}{L} \quad (2.17)$$

Onde:

L = comprimento da laçada no estado de referência;

T = título do fio em tex no estado de referência;

C_3 à C_{13} = coeficientes de regressão.

Regressões foram realizadas em separado, porque tanto o comprimento da laçada quanto o título do fio, são afetados pelas rotas de processamento.

$$L = c_1 \times L' \quad (2.18)$$

$$T = c_2 \times T' \quad (2.19)$$

Onde:

C_1 e C_2 = constantes;

L' = comprimento da laçada no estado cru;

T' = título do fio no estado cru.

Depois que as equações de regressão foram determinadas, a exatidão da equação foi testada. Eles acharam que o valor do encolhimento previsto pode estar dentro de ± 1 desvio padrão se cinco repetições são realizadas ou dentro de ± 2 desvio padrão se três repetições são utilizadas.

Heap et al. (1983) também desenvolveram um programa de computador que foi usado para relacionar as dimensões das malhas de algodão aos parâmetros do tear e à rota de acabamento. De acordo com este projeto, os

dados para todos os tecidos produzidos no projeto serão armazenados no computador. Ainda, as dimensões de um tecido no estado de acabamento puderam ser previstas depois que os parâmetros de tear (por exemplo, fio, comprimento do ponto, galga do tear, diâmetro do tear) e a rota de acabamento tinham sido selecionadas.

A grande diferença do projeto proposto para com o “Projeto Starfish”, é que este trabalho permite às indústrias têxteis a compreensão exata do que acontece com o seu próprio tecido de malha dentro das suas condições e realidades próprias. Enquanto o “Programa Starfish” utiliza um grande banco de dados que não retrata com fidelidade a realidade de uma empresa em particular, podendo comprometer a previsão do comportamento dimensional de um determinado tecido. Outra diferença que se observa neste projeto com o “Programa Starfish”, são as equações utilizadas na formação do modelo matemático, enquanto o estudo proposto aplica o teorema postulado por Munden (1959), o modelo “Starfish” considera em suas equações uma variável a mais, que é a variação do título.

A partir de então, demonstrar-se-á que o método aqui proposto tem a sua aplicabilidade e mostrar-se-á eficiente em suas predições, retratando com muita realidade o comportamento dos tecidos de malha em algodão, tornando as empresas catarinenses que empregam o modelo muito mais habilitado a competir no mercado internacional.

2.8.3 Alteração dimensional

O conhecimento do processo da alteração dimensional do tecido de malha é questão principal para o desenvolvimento do modelo matemático de predição. Uma vez que se compreende como, de que forma e quais são os fatores que influenciam na alteração dimensional dos tecidos de malha, pode-se a partir daí, desenvolver-se equações e correlações matemáticas que vão determinar o comportamento futuro de um tecido de malha quando do seu processamento ou do seu processo de relaxamento total das tensões residuais que foram impostas ao tecido durante a sua manufatura.

Através da revisão bibliográfica realizada, já se conhece que existem variáveis que influenciam diretamente no comportamento do tecido de malha quando este é processado ou quando este busca o seu estado de referência.

As variáveis podem ser classificadas como:

- Malharia:
 - Tipo de Fibra;
 - Tipo de Fio;
 - Título do Fio;
 - Tipo de Tear;
 - Comprimento do Ponto.
- Beneficiamento:
 - Densidade da malha (quantidade de cursos e colunas);
 - Processo de Tingimento;
 - Processo de Acabamento.

A se alterar qualquer uma dessas variáveis, certamente o comportamento dos tecidos de malha serão diferentes ao se promover o relaxamento completo das tensões residuais (ER).

Contudo, até este momento não se pode afirmar, que estas variáveis se modificam a medida que o tecido é processado ou colocado no ER. Esta é uma questão do objetivo secundário deste trabalho e será investigado nos capítulos posteriores.

O que se pode afirmar é que tanto as variáveis de malharia quanto as variáveis de beneficiamento são dependentes e, portanto, precisam ser controladas caso queira-se obter um controle dimensional dos tecidos de malha durante os processos fabris e durante o seu uso e manuseio posteriores. Caso venha-se alterar alguma das variáveis por quaisquer motivos, deve-se ter

consciência que o comportamento do tecido de malha será diferente daquele previsto originalmente.

Isto pode ser confirmado através das seguintes equações:

- Malharia:

$$Largura do tecido = \frac{\text{número de agulhas}}{cpcm} \quad \text{largura do tecido} \quad (2.20)$$

$$FC = \frac{\sqrt{tex}}{CP} \quad \text{grau de aperto do tecido} \quad (2.21)$$

- Beneficiamento

$$g / m^2 = cpcm \times wpcm \times tex \times CP / 10 \quad \text{gramatura do tecido} \quad (2.22)$$

Onde:

$cpcm$ = quantidade de cursos por centímetro;

$wpcm$ = quantidade de colunas por centímetro;

CP = comprimento do ponto ou da laçada;

FC = fator de cobertura ou grau de aperto;

tex = título do fio na unidade do sistema internacional tex.

A Equação (2.20) relaciona que a largura do tecido é determinada pela escolha do tear, ou seja, a largura do tecido de malha se modificará à medida que este produto for tecido em teares de agulhas diferentes.

A Equação (2.21) determina o grau de aperto do tecido ou a relação existente entre o título do fio e o comprimento do ponto, ou seja, à medida que o diâmetro do fio aumenta e o comprimento do ponto diminui, a densidade da malha aumenta e, portanto, aumenta a cobertura de pontos (cursos e colunas).

A Equação (2.22) indica que a gramatura de um tecido de malha está diretamente relacionado com a densidade (cursos x colunas), o título do fio e o seu comprimento do ponto, ou seja, quanto maior a densidade, quanto maior o título e quanto menor (mais apertado) for o ponto, tanto maior será a gramatura deste tecido de malha.

Logo, a malharia (título e comprimento do ponto) e o beneficiamento (densidade = acabamento) devem manter sobre controle estas variáveis, sob pena de não obterem a estabilidade e regularidade dimensional dos tecidos de malha.

A densidade de cursos e colunas está relacionada não somente pelo título e pelo comprimento do ponto, que são estabelecidos na malharia, mas também pela forma geométrica que a laçada assume ao longo de todo o processo de manufatura do tecido ou durante o processo relaxamento ou estiramento com o uso e manuseio dos artigos confeccionados.

Na Figura 2.19 pode ser observado as diversas formas geométricas que as laçadas possam a vir assumir, sem alterar o título ou comprimento do seu ponto.

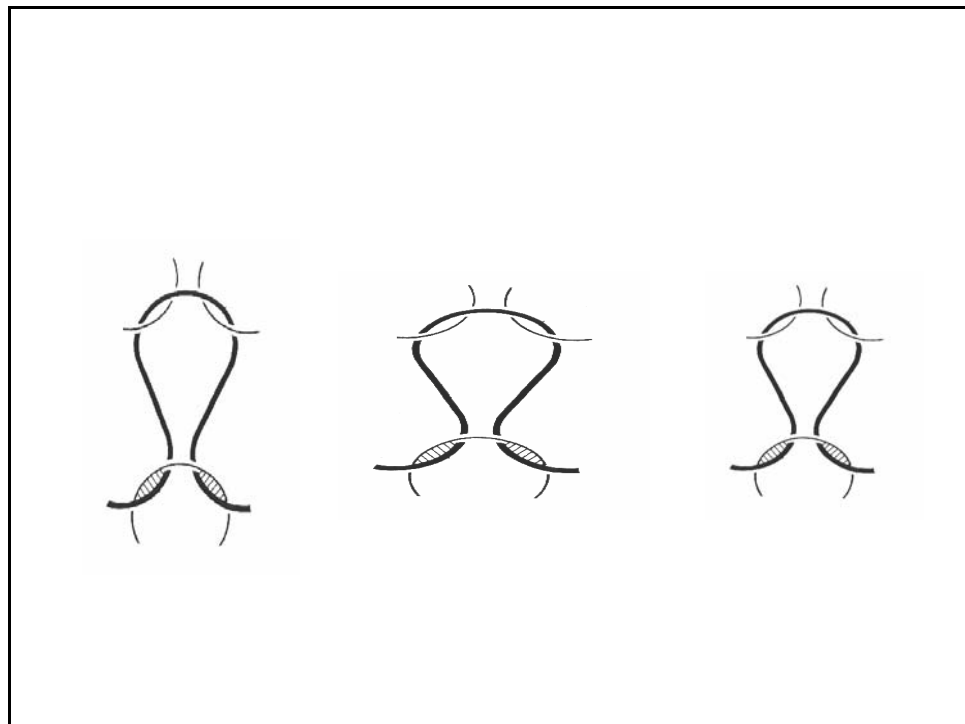


Figura 2.19: Formas geométricas que as laçadas podem assumir durante os processos de manufatura, de encolhimento ou estiramento

Fonte: O Pesquisador (2004).

Nas Figuras 2.20 e 2.21 procura-se demonstrar que a forma geométrica das laçadas irá influenciar no comportamento dimensional distinto entre os artigos confeccionados com as mesmas variáveis de malharia.

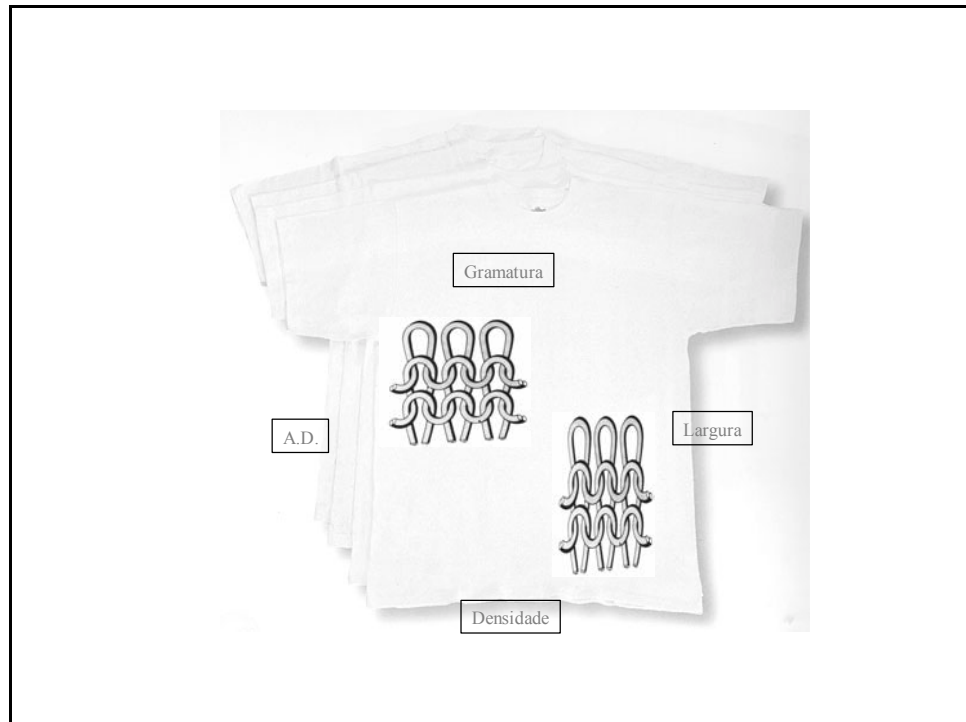


Figura 2.20: Dependência entre as 4 grandezas (gramatura, largura, densidade e AD)

Fonte: O Pesquisador (2004).

Na figura 2.20, observa-se que os artigos confeccionados apesar de serem aparentemente semelhantes, nas medidas e nas formas, terão comportamentos dimensionais distintos, quando submetidos aos processos do Estado de Referência. Isto se deve ao fato de que, as formas geométricas das laçadas são diferentes, mesmo tendo o fio o mesmo título e o mesmo comprimento.

O comportamento dimensional de um tecido de malha, possui três variáveis, que são interdependentes entre si:

- a) gramatura do tecido;
- b) largura do tecido;
- c) densidade do tecido ou a quantidade de cursos e colunas, por unidade de comprimento.

Caso alguma dessas variáveis sofrer qualquer modificação, os comportamentos dimensionais nos tecidos, não mais serão os mesmos. Ou seja, se a densidade do tecido é aumentada, a sua gramatura sobe e o comprimento

e/ou a largura diminuam, conseqüentemente a alteração dimensional será diferente das características do tecido de malha original.

Este fenômeno pode ser ilustrado pela Equação (2.22).

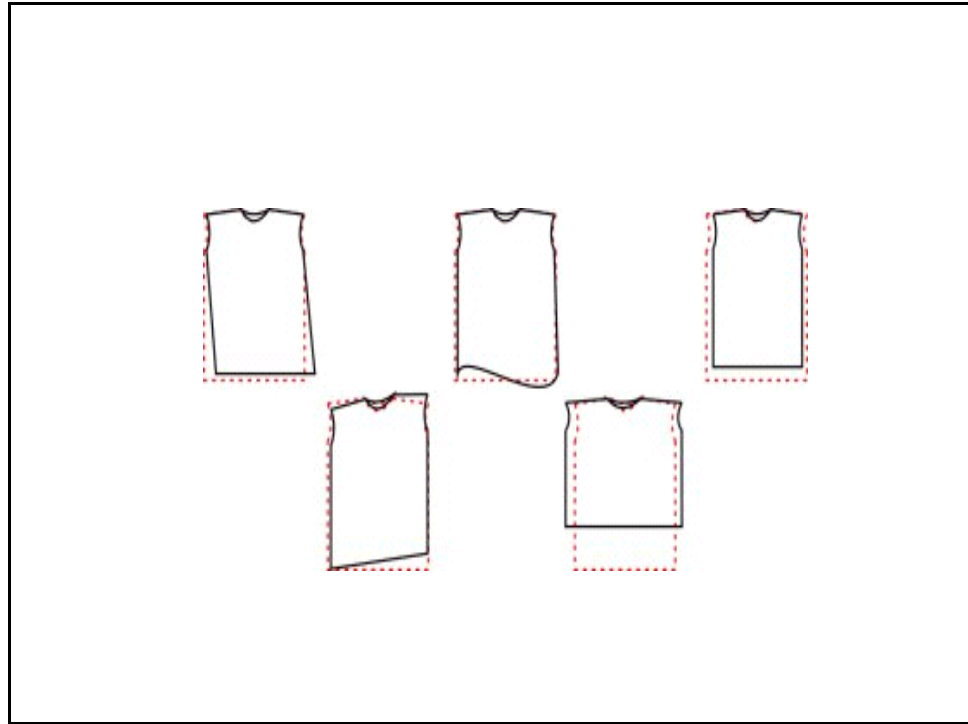


Figura 2.21: Diferentes comportamentos para um tecido de malha com as mesmas variáveis de malharia, porém com laçadas de formas geométricas diferentes

Fonte: O Pesquisador (2004).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Metodologia

Neste capítulo será mostrado o desenho metodológico aplicado na pesquisa quantitativa para tratar o problema identificado ao final da revisão bibliográfica e colocado como objetivos geral e específicos do trabalho.

São definidas a população (universo da pesquisa), a amostragem, os instrumentos de coleta de dados e a forma como serão tabulados e analisados os dados.

3.1.1 População

A população-alvo escolhida são quatro tipos diferentes de estrutura de tecido de malha que representam as estruturas base da Malharia e que são as mais representativas comercialmente, a saber:

- Meia malha;
- *Piqué*;
- Rib;
- *Interlock*.

3.1.2 Amostras

As amostras foram selecionadas por agrupamento, a fim de reunir as amostras representativas da população. O agrupamento foi feito por quotas na mesma proporção, representando o “bom julgamento” da população.

Na Tabela 3.1, pode-se ter uma visão geral das amostras e de que forma elas foram divididas e agrupadas.

3.1.3 Instrumentos de coleta de dados

Como instrumento de coleta de dados, foi utilizada a observação sistemática, pois foi feito um planejamento que é detalhado na Figura 3.4 (procedimento de desenvolvimento de malhas na Malharia e no Beneficiamento) e as observações foram realizadas em condições controladas, no sentido de obter-se elementos para que os objetivos propostos na pesquisa fossem respondidos.

Na Tabela 3.6 tem-se uma visão detalhada dos tipos de ensaios, testes laboratoriais e a quantidade de observações por amostras realizados por fase de processo.

3.1.4 Coleta de dados

Para atingir o objetivo geral da pesquisa, foi necessário que a coleta de dados se desse em vários momentos: no processo, no produto, na matéria-prima, nos insumos, na máquina e em laboratório. Pois para a elaboração do modelo é necessário ter sob controle a matéria-prima, os insumos, a máquina e o processo.

Para visualização dos controles preestabelecidos, deve-se reportar as seguintes Tabelas e Figuras:

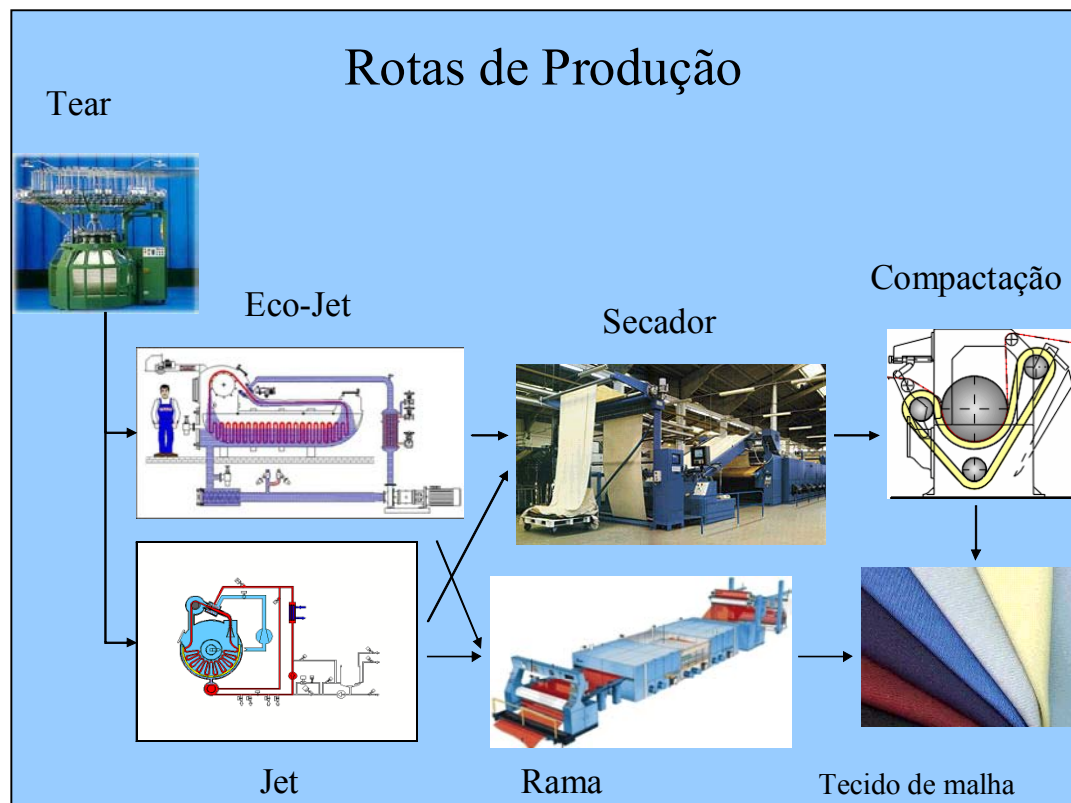
- Matéria-Prima: Tabela 3.3: Valores específicos dos fios utilizados;
- Insumos: Figuras 3.2 e 3.3: Diagramas de processos para tingimento de cores;
- Máquinas e Processos: Tabela 3.4: Regulagens de tecimento, Figuras 3.2 e 3.3 e Tabela 3.5: Regulagens dos equipamentos de acabamento.

3.1.5 Local da amostragem

Os lotes observados foram coletados em duas empresas têxteis e de confecção do estado de Santa Catarina, líderes em seus mercados de atuação: a

Cia Hering S.A. e a Marisol S.A.. Apesar de serem empresas do mesmo segmento, possuem características de produção e de gestão diferentes uma da outra. Isto foi uma primeira e importante observação constatada pelo pesquisador que direcionou a pesquisa para que os conceitos aqui elaborados sejam aplicados em qualquer empresa desde que sejam observados alguns critérios e que se faça uma correção aplicando um fator conhecido como F_c e F_w , detalhado na seção 4.3.

Por esse motivo foi necessário estabelecer rotas de produção, detalhada no Quadro 1, a seguir:



Quadro 1: Rotas de Produção dos Lotes Experimentais

Sendo que estabeleceu-se o seguinte critério:

- Rota 1 = Tear, Jet e Rama;
- Rota 2 = Tear, Eco-Jet e Rama;
- Rota 3 = Tear, Jet, Secador e Compactação;

- Rota 4 = Tear, Eco-Jet, Secador e Compactação.

O processo de coleta de dados pode também ser observado através da Figura 3.4 e pela Tabela 3.6.

3.1.5 Tabulação dos dados

Para organizar os dados obtidos na pesquisa, lançou-se mão de recursos computacionais, planilha de dados Excel® e para a elaboração do algoritmo foi utilizado o banco de dados Oracle®. Estes dados computados, além de tabelados, foram comparados estatisticamente com outros dados extraídos diretamente das linhas de produção regular das duas empresas.

No capítulo cinco são apresentados todos os dados que comprovam a questão da pesquisa.

3.2 Métodos e experimentos

Este trabalho tem a finalidade específica de estudar e analisar todas as variáveis que de alguma forma interferem na estabilidade dimensional dos tecidos de malha, para daí traçar um paralelo sobre os trabalhos até então já realizados nesta área e propor um modelo para a predição da alteração dimensional dos tecidos de malha em algodão.

Este modelo será baseado nos acabamentos físicos e mecânicos, avaliando-se os comportamentos e as propriedades dos tecidos ao longo dos processos de malharia, tingimento e acabamento.

Os fatores mais críticos de serem controlados no desenvolvimento de produtos, seja no tecimento do tecido de malha em cru, seja nos processos de tingimento, são os que imputam ao tecido tensões residuais.

Neste trabalho, foram escolhidas as 4 estruturas mais comerciais de tecidos de malha em algodão: meia-malha simples; rib1x1; *interlock* e *piquet*, por representarem as estruturas básicas de uma grande gama de tecidos existentes

atualmente. Os ensaios foram realizados nos estados crus, tintos e acabados. Os resultados das análises foram conduzidos de forma a relacioná-los no campo das constantes “ K ”, onde a estrutura do tecido de malha e o processo são dependentes, sendo estes fatores a base para a previsão do desempenho do tecido.

Os fatores “ K ” são constantes derivadas de dados empíricos medidos no estado de referência. Os dados mais relevantes destes ensaios empíricos são o comprimento do ponto, o título do fio, os cursos e colunas por centímetro. O estado de referência do tecido neste trabalho foi considerado como sendo o estado onde o tecido de malha não mais encolherá ou distenderá e por isso é reconhecido também como estado completo de relaxamento. Aqui é obtido através de 5 lavagens sucessivas do tipo caseira, em ciclo completo, seguido de 5 secagens em tambor.

Os fatores “ K ”, como foi visto no capítulo de revisão bibliográfica, são de conhecimento público há mais de 40 anos e tem sido usado por muitos profissionais na indústria. Porém, só recentemente foi reconhecido por estes pesquisadores que a tecnologia para processar os tecidos de malha nas fases de tinturaria e do acabamento, tem impacto no estado de referência da malha.

Nas indústrias existem programas que prevêm o desempenho do tecido de malha, porém nenhum desses programas tem acuracidade, visto que não levam em consideração as particularidades de cada tinturaria.

Este trabalho parte do princípio de que cada fábrica deve conhecer quais são os seus próprios fatores “ K ”, calculando-os separadamente para cada uma de suas linhas de processamento. Por exemplo, para um mesmo tecido cru processado em uma linha de alvejamento contínuo, poderá encontrar-se um estado de referência diferente, quando este for submetido a um processo de alvejamento por esgotamento, mesmo que estes tecidos sejam acabados numa mesma linha de acabamento. Conseqüentemente estes fatores “ K ” diferem uns dos outros, proporcionando ao tecido diferentes combinações de gramatura, encolhimento e largura. Ao contrário, quando um tecido de malha em algodão com a mesma estrutura e construção, com um mesmo sistema de fiação e processado através de um mesmo sistema de tinturaria e acabamento, terá o mesmo fator “ K ”.

O trabalho foi conduzido com tecidos de malha produzidos com fios 100% algodão do tipo penteado, de 1 cabo e em títulos 20 Ne, 24 Ne e 30 Ne, variando-se também os comprimentos de ponto.

As máquinas para tecimento destes tecidos de malha foram teares do tipo circular, da marca Mayer, sendo utilizados os modelos de monofrontura Relanit II 3.6 para os tecidos de meia-malha e *piqué*. Já para os tecidos de duplafrontura foram utilizados os teares Mayer, cujo modelo corresponde ao Inovit 2.0 QC. As regulagens do comprimento de ponto nos teares foram feitas através de um equipamento conhecido como L.F.A., cujo modelo é o MLTWESCO de fabricação da Memminger-Iro.

Os tingimentos foram realizados em equipamentos tipo “jet”, da marca Thies, de modelo conhecido por “eco-soft plus” e em equipamentos do tipo “jet - overflow” da marca Indsteel. Quando for feita referência aos *jets* Thies, a denominação utilizada será simplesmente “eco” e quando a referência for jets Indsteel a denominação será “jet”.

Os tingimentos deram-se em várias cores, aproveitando-se as cores da coleção vigente nos dias dos testes e todas tingidas com corantes reativos. As cores estão classificadas neste estudo por: clara, média e escura. A classificação das intensidades das cores varia conforme a quantidade percentual de corante presente no banho de tingimento.

O acabamento destes tecidos se deu na rota aberta, utilizando-se secadores, ramas e compactadeiras agulhadas. Os lotes experimentais, bem como as análises experimentais foram realizadas nos laboratórios e nas áreas produtivas da unidade têxtil da empresa Marisol S.A.

Na Tabela 3.1, tem-se a visualização geral do número de amostras coletadas durante a execução dos trabalhos.

Tabela 3.1: Visão geral das amostras

| * Código da Amostra | Diâmetro do Tear (pol.) | Galga do Tear | Número de agulhas | Título do Fio (Ne) | Comprimento do Ponto (cm) | Tingimento | | Acabamento | |
|---------------------|-------------------------|---------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------------|-------|------------|-----------------------|
| | | | | | | "eco" | "jet" | Rama | Secador + Compactador |
| J01 | 30 | 24 | 2268 | 20 | 0,330 | x | x | x | x |
| J02 | | 28 | 2640 | 30 | 0,273 | x | x | x | x |
| P01 | 30 | 20 | 1872 | 30 | 0,277 | x | x | x | x |
| P02 | | 20 | 1872 | 24 | 0,297 | x | x | x | x |
| R01 | 30 | 16 | 1512 | 20 | 0,318 | x | x | x | x |
| R02 | | 16 | 1512 | 24 | 0,298 | x | x | x | x |
| I01 | 30 | 22 | 4128 | 30 | 0,300 | x | x | x | x |
| I02 | | 22 | 4128 | 24 | 0,310 | x | x | x | x |

* Meia-malha é codificada por "J", o piquet por "P", a rib por "R" e por fim o interlock por "I".
 Fonte: O Pesquisador (2004).

Com isto pode-se estabelecer o fator "K" em cada uma das rotas, para cada tecido de malha, baseado nos dois tipos diferentes de teares e com até três diferentes comprimentos de ponto. Para tecido de malha, um fator "K" foi calculado após o acabamento final, gerando a base de banco de dados para a criação do modelo matemático que será utilizado no programa de predição da alteração dimensional de tecidos de malha em algodão. Isto significa dizer que no espaço de poucos minutos, o tipo de fio e o tipo de tear podem ser selecionados, para um determinado fator de cobertura, que juntos indicam os parâmetros de acabamento desejáveis, resultando em consequência, os dados de gramatura, largura e dos encolhimentos que o tecido terá se processado dentro das especificações de projeto. Caso as propriedades emitidas pelo programa ainda sejam consideradas não satisfatórias, pode-se ainda, alterar um ou mais elementos de produção quantas vezes for necessário, até que a combinação dos parâmetros seja considerada "ótima".

Contudo, como a base de dados é limitada, o programa foi desenvolvido para que, à medida que os lotes experimentais venham a ser desenvolvidos, permita-se a alimentação automática de novos dados, não só para a confirmação das previsões estabelecidas, mas sobretudo para se estabelecer novas equações que retratem com mais realidade a particularidade de cada rota onde o programa está sendo testado.

A segunda parte dos ensaios foi exatamente testar a acuracidade do modelo. Para isto, fez-se diversas simulações no programa e verificou-se a reprodutibilidade dos dados através de ensaios práticos. Estes dados serão examinados no Capítulo 5.

O primeiro grande problema a ser encarado na criação de um programa de predição para o desenvolvimento de um produto é o que exatamente se quer prever. O modo com que o programa proposto foi criado e como funciona é explicado pensando-se nos aspectos mais simples da geometria do tecido de malha.

No intuito de se buscar o entendimento do processo das alterações dimensionais dos tecidos de malha em algodão, torna-se necessário e primordial o estudo da menor parte da estrutura do tecido de malha, qual seja, a laçada. Todo e qualquer tecido de malha é composto pelo entrelaçamento de diversas laçadas. Diferentes estruturas de tecidos de malha se processam por diferentes métodos de entrelaçamento dos fios. Logo, é correto afirmar que as alterações dimensionais de qualquer tecido de malha são simplesmente o reflexo da média das formas geométricas e do comprimento que estas laçadas assumem durante e após cada fase do processo de manufatura dos tecidos e dos artigos confeccionados.

Existem quatro grandes variáveis de produção que afetam a forma geométrica e o comprimento do ponto de uma laçada e os efeitos destas variáveis são facilmente compreendidos, se a forma geométrica e o comprimento de cada laçada forem analisados separadamente.

As principais variáveis de produção que influenciam o comportamento dimensional dos tecidos de malha em algodão são:

- Variáveis de Malharia:
 - O tipo e a qualidade do fio (o título, a torção, o processo de fiação). Estas variáveis governam a gramatura de cada laçada e também determinam a sua forma (comprimento e largura).
 - O comprimento do ponto de cada laçada. Este afeta a gramatura da laçada e também a quantidade de laçadas por unidade de área.

- O número de agulhas de um tear irá determinar o número de colunas e, portanto, define a largura do tecido de malha.
- Variáveis de Beneficiamento:
 - Os efeitos dos processos úmidos afetam a gramatura do fio, pela remoção de impurezas e adição de químicos e corantes.
 - Podem também afetar o comprimento e a forma geométrica de cada laçada, pelo encolhimento, pelo aumento do volume e pela resistência do fio.
- Forças impostas durante os Processos de Produção:
 - Durante o tecimento, o tingimento e outros processos de manufatura e de industrialização, o tecido de malha é sujeito a tensões de todos os tipos e de uma variedade de forças em diversas direções e em tempos diferentes. Estas forças alteram as dimensões gerais do tecido de malha, como: a largura, o comprimento e a sua gramatura. Conseqüentemente, causam mudanças na quantidade e na forma geométrica das laçadas.
- Tratamento de Relaxação:
 - Um tecido de malha que tem sido estirado durante os processos de industrialização ou de manuseio, contém um potencial de energia que pode ser liberado durante os processos de relaxação úmido ou de relação seco do tipo compactação ou também nos processos de lavagem e secagem caseira. Os encolhimentos em tecidos de malha ou em artigos confeccionados são simplesmente processos de relaxação das forças que foram impostas durante os processos de industrialização, manufatura e manuseio destes produtos ao longo de toda a cadeia.

O importante no desenvolvimento do programa de predição é distinguir quais destas variáveis influenciam permanentemente o estado de referência dos tecidos de malhas em algodão. Os fatores que alteram o estado de referência dos tecidos de malha serão aqueles que causam mudanças na forma geométrica das

laçadas e no comprimento das laçadas, de forma que alteram as dimensões finais dos tecidos de malha.

O programa foi desenvolvido com a hipótese de que o estado de referência dos tecidos de malha em algodão alteram-se de forma permanente somente pelas variáveis de Malharia e pelas variáveis de Beneficiamento. Em outras palavras, uma vez estabelecidos o tear, o tipo de fio e a rota de beneficiamento for fixada e conhecida, do ponto de vista prático, nada poderá intervir no estado de referência dos tecidos, de forma que as dimensões dos tecidos podem vir a ser prevista antes dos mesmos de serem produzidos.

3.3 Variáveis de malharia

3.3.1 Considerações sobre a fibra

Se a estabilidade dimensional é criada pela relação existente entre os fios e as propriedades dos tecidos, logo pode se assumir que as fibras são as primeiras responsáveis pelos mecanismos de uma provável deformação sobre os tecidos de malha. Isto porque as propriedades são determinadas primeiramente pelo tipo de fibra utilizado na fabricação do tecido de malha e, em seguida, pelos parâmetros dos processos de fiação e de malharia. Em tais processos, as fibras de algodão são forçadas a tomar formas geométricas distintas da forma original, ou forma livre de tensões. Cada tipo de algodão possui características diferentes que determinam qualidades diferentes aos tecidos.

As propriedades físicas básicas das fibras – comprimento, resistência, finura, maturidade, etc., influenciam de maneira significativa a qualidade dos fios e conseqüentemente na qualidade do tecido de malha, tanto nos aspectos químicos da reprodutibilidade da cor quanto no aspecto físico da estabilidade dimensional.

A fibra é composta de longas cadeias cristalinas de celulose as quais são ligadas por pontes de hidrogênio. Estas pontes não são exatamente paralelas e quando a fibra é colocada sob tensão, as fibras se deformam e não recuperam totalmente a sua forma original quando livres das tensões impostas. Isto se deve

principalmente por causa das pontes de hidrogênio, que se reorganizam de forma diferente quando liberam a energia absorvida internamente pelas forças impostas. Quando a fibra está úmida, a deformação é ainda maior, isto porque a umidade faz com que a fibra inche, ou seja, a água penetra entre as células causando a perda das pontes de hidrogênio, permitindo que a estrutura se modifique mais rapidamente. Quando a umidade é retirada, novas pontes de hidrogênio se formam em novas posições, o que minimiza as tensões internas fazendo com que a estrutura se estabilize com outra forma geométrica (ERHARDT, 1983).

Outros tipos de deformação podem ser provocados nas fibras de algodão com o intuito de deformá-las permanentemente, como é o caso do acabamento através de resinas químicas (“*crosslinking*”). Estas cadeias não podem ser quebradas pelo inchamento da fibra e, portanto, são processos de acabamento permanente, contudo não fazem parte do escopo deste trabalho (FONTES et al., 1983).

Foram realizadas pesquisas pelo Texas Tech nos Estados Unidos (HEAP, 1989), examinando-se as influências das variedades das fibras, na qualidade dos fios e nas condições dimensionais que o tecido de malha do tipo *interlock*, assume após 5 lavagens em máquina de lavar do tipo tambor e seguidas de secagens em máquina do mesmo tipo. Foi encontrado que tecidos de malha, produzidos com fios a rotor com algodão Californiano, desenvolveram uma quantidade menor de cursos e mais colunas se comparadas com uma malha de mesmas características construtivas, porém produzida com fios de algodão Texano (vide Tabela 3.2).

Tabela 3.2: Comparação da influência das fibras de algodão

| Título | Origem | Cursos (por polegada) | Colunas (por polegada) | Gramatura (g/m²) |
|---------------------|---------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Ne 22 | Texas | 12,82 | 10,42 | 310,7 |
| | Califórnia | 12,59 | 10,62 | 304,6 |
| | Diferença (%) | 1,8 | -1,9 | 2,0 |
| Ne 26 | Texas | 14,09 | 11,44 | 248,8 |
| | Califórnia | 13,69 | 11,59 | 280,1 |
| | Diferença (%) | 2,8 | -1,3 | 1,6 |
| Ne 22 | Texas | 15,03 | 12,20 | 264,6 |
| | Califórnia | 14,88 | 12,48 | 262,7 |
| | Diferença (%) | 1,0 | -2,3 | 0,7 |
| Diferença Média (%) | | 1,9 | -1,8 | 1,4 |

Fonte: International Textile Center (2003).

Como se pode observar na Tabela 3.2, as diferenças não são grandes. Porém caso se considere que um tecido de malha tenha sido desenvolvido com um fio produzido de um algodão de origem Californiano e por algum motivo este mesmo tecido venha a ser industrializado com o fio de origem Texano e, mantendo-se a mesma largura final e a mesma gramatura, resultará em malhas com performances de alterações dimensionais distintas, com aproximadamente dois pontos percentuais.

Portanto, é extremamente importante que a indústria seja capaz de especificar quais os fatores de qualidade desejáveis em seu tecido de malha, para então classificar o tipo de fibra de algodão a ser utilizado na fabricação do fio.

O presente trabalho foi conduzido com fibras de algodão nacional de diversas procedências com as seguintes características:

- Comprimento da fibra 2.5%(mm): 30 a 34 mm;
- Resistência da fibra (gf/tex): > 26;
- Finura (micronaire: ug/pol): 3,6 a 4,2;
- Uniformidade da Fibra (UR): 45 a 46%;
- Maturidade da Fibra: 75 a 84%;
- Elongação: > 7,0;
- Refletância (RD): > 70;
- Índice de Fibras Curtas (SFC): < 3,5;
- Índice de Fiabilidade (CSP): 2000 a 2500.

3.3.2 Considerações sobre o fio

O fio exerce a maior influência no tecido de malha, em termos visuais ou aparência, de produtividade do tear e dos aspectos dimensionais do tecido.

Para as questões visuais ou de aparência e para as questões de eficiência e da produtividade, as características dos fios que mais influenciam e portanto devem ser controladas, são:

- Resistência;
- Tenacidade;
- Elasticidade;
- Regularidade;
- Pontos finos e grossos;
- Pilosidade;
- Índice de torção,
- Coeficiente de atrito;
- Coeficiente de umidade.

O tipo, o título e o comprimento que o fio assume nas laçadas determinam e governam o peso de cada laçada e também a sua forma geométrica. Um fio inapropriado pode não só causar sérios problemas de não conformidades no

tecido de malha, mas também grandes variações nas propriedades mecânicas desta.

Para se obter um tecido de malha com estabilidade dimensional é necessário, pois, que o fio atenda a certas exigências de qualidade.

O título de um fio tem um efeito direto nas dimensões, no peso e nos custos de um tecido de malha. Através dos estudos empíricos de Heap et al. (1983) pode-se constatar que o número de cursos por unidade de comprimento diminui à medida que o título do fio torna-se maior (mais fino para o sistema Ne), de forma contrária a quantidade de colunas aumenta, conforme representado na Figura 3.1.

Além disso, o título do fio fornece uma idéia bastante aproximada de seu diâmetro e o diâmetro de um fio afeta diretamente a espessura do tecido de malha e conseqüentemente os espaços livres entre as laçadas, definindo assim a quantidade de cursos e colunas (densidade da malha) que o tecido irá desenvolver durante os processos.

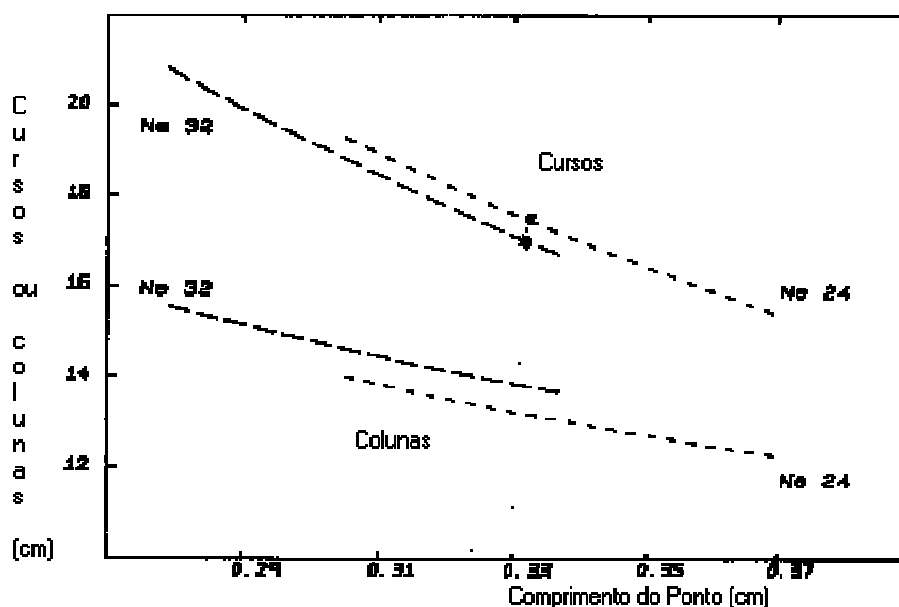


Figura 3.1: Relação do comprimento do ponto com a densidade

Fonte: HEAP et al. (1983, p. 109-119).

Pela mesma experiência pode-se concluir que o título do fio influencia diretamente o peso do material. Títulos de fios menores (mais grossos), para um mesmo comprimento de ponto, resultarão em malhas mais pesadas.

Portanto, é muito importante que o título do fio se mantenha uniforme, de lote para lote de fabricação, caso contrário o tecido de malha terá gramaturas diferenciadas entre as partes do mesmo lote de fabricação.

As características dos fios utilizados no trabalho são descritas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Valores específicos dos fios utilizados

| Características | Títulos (Ne) | | |
|-----------------------------------|---------------------|-----------|-----------|
| | 20 | 24 | 30 |
| USTER % (Máx.) | 12,0 | 10,0 | 11,0 |
| CVM % (Máx.) | 12,0 | 12,0 | 13,7 |
| PONTOS FINOS Em 1000m (Máx.) | 5,0 | 8,0 | 10,0 |
| PONTOS GROSSOS Em 1000m (Máx.) | 20,0 | 30,0 | 45,0 |
| NEPS Em 1000m (Máx.) | 45,0 | 55,0 | 80,0 |
| PILOSIDADE (Máx.) | 8,0 | 7,0 | 6,5 |
| DESVIO TÍTULO % (Máx.) | ± 2 | ± 2 | ± 2 |
| CV TÍTULO % (Máx.) | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| TORÇÃO (pol.) | 17,0 | 18,6 | 20,8 |
| CV TORÇÃO % (Máx.) | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| ALFA TORÇÃO (E) | 3,4 a 3,8 | 3,4 a 3,8 | 3,4 a 3,8 |
| RKM (Mín) | 14,0 | 14,0 | 14,5 |
| ALONGAMENTO (Mín.) % | 5,0 | 5,0 | 5,0 |

Fonte: O Pesquisador (2004).

3.3.3 Considerações sobre o comprimento ou tamanho do ponto do fio de algodão

Outro parâmetro que tem relação direta na determinação das propriedades dimensionais dos tecidos de malha é o tamanho ou o comprimento que o fio assume na formação das laçadas. O comprimento do ponto, como é usualmente conhecido, é definido como sendo a média do comprimento de fio inserido em cada laçada e por isto determina a gramatura e a forma geométrica das laçadas. É calculado através da divisão do comprimento total do fio inserido de um alimentador do tear, durante uma volta completa da máquina, pela quantidade do número de agulhas em trabalho deste tear. Para medir esta quantidade de fios inseridos em uma revolução completa do tear, existem equipamentos de medição e de controle dos mais variados tipos. O mais encontrado é conhecido por *L.F.A.*, que através da equação (3.1) pode-se determinar o comprimento do ponto.

$$l = \frac{L.F.A.}{N} \quad (3.1)$$

Onde:

l = Comprimento do ponto em cm;

L.F.A. = Comprimento do curso completo em cm;

N = Número de agulhas em trabalho.

Desta forma conclui-se que o comprimento de ponto e o título de um fio são os principais fatores que afetam as propriedades mecânicas de um tecido de malha, pois mudanças no título e no comprimento de ponto, alteram a densidade da malha.

Esta relação entre comprimento de ponto e título de fio é também conhecida como sendo o fator de cobertura do tecido de malha e é calculado como segue:

$$FC = \frac{\sqrt{Tex}}{l} \quad (3.2)$$

Onde:

FC = Fator de cobertura;

Tex = Título do fio na unidade Tex;

l = Comprimento do ponto em cm.

Este fator determina o toque, a elasticidade e o grau de espiralidade que um tecido de malha possa a vir desenvolver.

3.3.4 Considerações sobre o tear circular

O tear circular impõe ao tecido de malha uma série de tensões residuais. No entanto estas forças são ditas temporárias e não causadoras de deformidades permanentes, visto que após o processo de tecimento existem vários outros processos, que irão provocar um relaxamento direto sobre o tecido em cru.

O tear não afeta diretamente as propriedades dimensionais de um tecido de malha, partindo-se do princípio que o título e comprimento de ponto do fio em tecimento esteja sobre controle e dimensionado corretamente. Porém, o número de agulhas em trabalho de um tear, afeta diretamente as medidas do tecido de malha, isto é, determina o número de laçadas no sentido vertical do tecido de malha, ou seja, a quantidade de colunas do tecido de malha e conseqüentemente a largura do mesmo.

$$W = \frac{N}{wpcm} \quad (3.3)$$

Onde:

W = Largura do tecido em cm;

N = Número de agulhas do tear em trabalho;

$wpcm$ = Quantidade de colunas por cm.

Apresenta-se através da Tabela 3.4 as regulagens de tecimento obtidas nos lotes experimentais.

Tabela 3.4: Regulagens de tecimento

| Código da Malha | Diâmetro (pol.) | Galga | Número de agulhas em trabalho | RPM | Largura do Expansor (cm) | Número de alimentadores | L.F.A. ($\pm 1,5\%$) [*] (cm) | Tensão do Fio (cN) |
|-----------------|-----------------|-------|-------------------------------|-----|--------------------------|-------------------------|--|--------------------|
| J01 | 30 | 24 | 2268 | 30 | 107 | 96 | 7,48 | 4 a 6 |
| J02 | 30 | 28 | 2640 | 25 | 109 | 96 | 7,20 | 5 a 8 |
| P01 | 30 | 20 | 1872 | 30 | 95 | 96 | 5,18 | 5 a 9 |
| P02 | 30 | 20 | 1872 | 30 | 104 | 96 | 4,82 | 5 a 9 |
| R01 | 30 | 16 | 3024 | 25 | 90 | 60 | 9,64 | 5 a 9 |
| R02 | 30 | 16 | 3024 | 25 | 90 | 60 | 9,0 | 3 a 6 |
| I01 | 30 | 22 | 4128 | 25 | 92 | 60 | 6,20 | 5 a 8 |
| I02 | 30 | 22 | 4128 | 25 | 98 | 60 | 6,39 | 5 a 7 |

^{*} L. F. A. = Comprimento completo de um curso [L].

J01, J02, P01, P02, R01, R02, I01 e I02 = Codificação das amostras (ver Tabela 3.1).

Fonte: O Pesquisador (2004).

3.4 Variáveis de beneficiamento

Os processos de tinturaria e de acabamento podem influenciar de três formas diferentes as dimensões e as formas geométricas das laçadas dos tecidos de malha no seu estado de referencia (ER), como definido por Heap et al. (1983, p. 102):

- A massa do fio por unidade de comprimento:

- É reduzida à medida que são removidas as impurezas naturais do fio de algodão ou até mesmo a perda de fibrilas. Esta perda estará associada à severidade do processo que o tecido está sendo submetido e também da qualidade do fio que está sendo utilizado. Um fio cardado por exemplo, tem uma tendência maior de perder fibrilas e conseqüentemente perderá mais massa. Um tecido que está sofrendo um processo de alveijamento perderá mais massa que um de mesma qualidade quando submetido a um processo de purga e tingimento.
- É aumentada na medida que são adicionados reagentes químicos e corantes e em certos casos há também o encolhimento do próprio fio. Este encolhimento será dependente da natureza do fio, do tipo de estrutura do tecido e do tipo de processo que este tecido está sendo submetido. As observações feitas durante as provas, conduzem a conclusão que o encolhimento do fio de algodão nos tingimentos reativos e nos acabamentos por amaciamento, são desprezíveis.
- O comprimento do ponto do fio:
 - O comprimento do ponto do fio será diminuído a medida que haja um encolhimento do fio.
- A forma geométrica da laçada:
 - Se for analisada microscopicamente uma laçada no seu estado de referência cru e a mesma no seu estado de referência acabado, percebe-se as diferenças nas medidas e nas formas. Isto significa dizer que o acabamento interfere no estado de referencia dos tecidos de malha. Essas mudanças no raio da laçada influenciam a quantidade de cursos e colunas que o tecido possui após o acabamento. Estas quantidades geralmente são maiores se comparadas com a densidade de cursos e colunas no estado cru. Isto equivale a

dizer que os tecidos de malha acabados encontram-se com as suas densidades de cursos e colunas mais próximos do estado de referência e desta forma possuem menores índices de encolhimento se comparados com os tecidos crus. Diferentes rotas de tinturaria e de acabamento, bem como diferentes máquinas e equipamentos, provocarão diferentes formas geométricas e, portanto, diferentes níveis de alteração dimensional.

3.4.1 Tingimento

Na fase de tingimento ocorrem os fenômenos de hidrofização das fibras. O processo de inchamento das fibras faz com que as pontes cristalinas se modifiquem, aliadas ao tencionamento que a máquina provoca através da pressão dos jatos e da força que o molinelo produz a fim de tracionar e movimentar o tecido de malha.

Como consequência o tecido de malha que sai de um equipamento de tingir, possui, se comparado com o tecido antes de entrar na máquina, uma quantidade maior de colunas (mais estreito no sentido da largura) e uma quantidade menor de cursos (mais estendido no sentido do comprimento).

A forma geométrica das laçadas é também bastante diferente, por apresentar-se mais longa e mais estreita.

Nos tingimentos foram utilizados processos reativos em máquinas tipo “jet”, que são equipamentos de tingimento em corda. Os equipamentos de tingimento utilizados para o presente estudo possuem um sistema de automação integrado com a cozinha de corantes e de auxiliares químicos totalmente automatizados, chamado de SedoMaster que controla todo o processo. Este sistema está baseado na plataforma “Windows”, concebida para gerir uma Tinturaria ou uma unidade completa de Beneficiamento. O SedoMaster proporciona a todos, desde o operador até o diretor de produção, soluções integradas, permitindo-lhes gerir receitas e processo, e providencia todos as interfaces para outros sistemas tais como dosamento de produtos químicos e gestão de receitas. O SedoMaster é ligado ao sistema de formulação de cores e

quantidade de cursos, equilibrando assim as tensões nos dois sentidos, ou seja, na largura e no comprimento.

O processo de secagem mais efetivo para tecidos de malha em algodão é realizado através da secagem prosseguida de movimentação para que as laçadas tenham energia suficiente para se movimentarem e buscarem o seu estado de relaxamento máximo. O encolhimento máximo ocorre à medida que a fibra energizada vai perdendo umidade, desinchando e diminuindo o seu diâmetro. A agitação mecânica irá produzir relaxamento quando o tecido contiver no máximo 35% de umidade. (HEAP e STEVENS,1992).

3.4.3 Calandragem e compactação

A compactação ou encolhimento mecânico compressivo, nada mais é do que reduzir os encolhimentos residuais no sentido do comprimento do tecido de malha, pela passagem deste tecido sobre um cilindro de aço aquecido e um tapete de feltro que atuam com velocidades diferentes, provocando um retardamento dos cursos, diminuindo assim o comprimento do tecido.

O ponto chave de sucesso de uma boa compactação está em deixar uma quantidade de umidade residual nas fibras antes da passagem deste tecido sobre o sistema cilindro/feltro.

Uma compactação excessiva não trará resultados satisfatórios, pois o processo de compactação só é eficaz para diminuir e equilibrar as tensões residuais após a secagem do tecido. A compactação excessiva não é um acabamento permanente.

3.4.4 Ramagem

A rama tem como finalidade hidroextrair, amaciar, secar, termofixar, sobre-alimentar e alargar os tecidos em geral. É um equipamento completo e versátil. Contudo, é um equipamento pouco eficaz quando se trata de tecidos de malha circular em 100% de algodão. O principal motivo é que o tecido de malha fica durante todo o processo preso por um sistema de pinças que não permite que

o tecido se movimenta, adquirindo a energia suficiente para mover as laçadas no momento de perda de água ou umidade.

Logo é de se esperar que o tecido de malha circular em algodão acabado nesta rota possua uma estabilidade dimensional menor se comparado com o mesmo tecido acabado na rota secador e compactador.

Não existe a melhor regulagem para um equipamento de acabamento, existe sim a melhor regulagem que o equipamento pode oferecer para que se obtenha a maior quantidade de curso e colunas. Portanto, toda a vez que se desenvolver um novo produto, deve-se testar diversas regulagens até que se obtenha o maior relaxamento possível dentro das condições atuais.

Para a obtenção dos resultados nos lotes experimentais deste trabalho de pesquisa, os equipamentos do beneficiamento foram regulados segundo as indicações contidas na Tabela 3.5.

Tabela 3.5: Regulagens dos equipamentos de acabamento

| Código | Equipamento | Largura De Entrada (cm) | *Velocidade Média (m/min.) | Temperatura média dos Campos (°C) | Sobre- alimentação (%) |
|---------------|--------------------|--|---|--|---------------------------------------|
| J01 | Rama | 193 | 25 | 150 | 150 |
| J01 | Secador | 215 | 30 | 155 | 200 |
| J01 | Compactador | 190 | 17 | x | 70 |
| J02 | Rama | 185 | 25 | 160 | 200 |
| J02 | Secador | 205 | 15 | 165 | 180 |
| J02 | Compactador | 183 | 15 | x | 65 |
| P01 | Rama | 188 | 22 | 170 | 150 |
| P01 | Secador | 205 | 15 | 160 | 100 |
| P01 | Compactador | 188 | 12 | x | 100 |
| P02 | Rama | 210 | 15 | 170 | 150 |

| | | | | | |
|-----|-------------|-----|----|-----|-----|
| P02 | Secador | 230 | 12 | 160 | 100 |
| P02 | Compactador | 210 | 14 | x | 100 |
| R01 | Rama | 169 | 18 | 170 | 120 |
| R01 | Secador | 190 | 12 | 155 | 100 |
| R01 | Compactador | 170 | 17 | X | 100 |
| R02 | Rama | 160 | 20 | 170 | 80 |
| R02 | Secador | 185 | 16 | 160 | 80 |
| R02 | Compactador | 162 | 15 | X | 60 |
| I01 | Rama | 165 | 20 | 170 | 100 |
| I01 | Secador | 175 | 17 | 160 | 100 |
| I01 | Compactador | 166 | 15 | X | 70 |
| I02 | Rama | 176 | 20 | 170 | 100 |
| I02 | Secador | 188 | 17 | 160 | 100 |
| I02 | Compactador | 177 | 17 | X | 70 |

* Velocidade média baseada na umidade residual de 4 a 6%.

Fonte: O Pesquisador (2004).

As variações nos ensaios de encolhimento e de gramatura devem apresentar um desvio médio de 2% nos ensaios realizados, segundo Heap e Stevens (1992).

A metodologia apresentada a seguir irá auxiliar o profissional desta área a identificar alguma irregularidade no seu processo ou algum parâmetro fora de controle. Contudo, somente a metodologia e o programa apresentados, não garantem a reprodutibilidade e a confiabilidade das informações, será necessário que os profissionais designados a assegurarem a qualidade do produto têxtil acabado, mantenham um sistema de controle de processos e de produto.

A metodologia resume-se no conhecimento de quais equipamentos e de que forma estes equipamentos interferem no estado de referência dos tecidos de malha que estão sendo processados em uma determinada rota.

Estes fatores são conhecidos como fatores “ F ” de acabamento e devem ser utilizados para calibrar e controlar os processos mesmo tendo o programa de simulação disponível.

Para determinados tecidos de malha, que serão processados em uma determinada rota de tinturaria e acabamento, haverá uma constante entre as densidades do estado de referência do tecido de malha em cru e acabado. Se assim não for, então é o momento de investigar se houve alguma alteração significativa no processo, matéria-prima ou equipamentos.

Uma quantidade pequena de testes não é suficiente para determinar fatores de calibração e de controle de forma segura e confiável. Portanto, o programa proposto é construído de forma a ser constantemente retroalimentado, dando sustentação e confiabilidade ao longo do tempo.

Antes de tudo, é importante lembrar que para se ter sucesso na obtenção dos fatores “ F ” de acabamento, as variáveis de malharia tem de estar sob total controle e ser conhecidas.

Os fatores “ F ” de acabamento foram obtidos da seguinte forma:

- seleção dos tecidos;
- seleção das rotas;
- testes e ensaios do estado de referência dos tecidos em cru;
- testes e ensaios do estado de referência dos tecidos em cada máquina que interferiu no E.R;
- medição dos cursos e colunas para cada um dos testes no E.R;
- cálculo dos fatores “ F ”:

$$\circ \quad F_c = \frac{C_f}{C_g} \quad (3.4)$$

$$\circ \quad F_w = \frac{W_f}{W_g} \quad (3.5)$$

○ Onde:

- F_c = Fator de acabamento dos cursos;
- C_f = Cursos no E.R. quando o tecido estiver no estado acabado;
- C_g = Cursos no E.R. quando o tecido estiver no estado cru;
- F_w = Fator de acabamento das colunas;
- W_f = Colunas no E.R. quando o tecido estiver no estado acabado;
- W_g = Colunas no E.R. quando o tecido estiver no estado cru.

Quando os fatores “ F ” são iguais a 1 (um), significa, que tanto a rota quanto os equipamentos de tingir não interferiram no E.R. do tecido de malha após o seu tecimento ou, caso tenham interferido de alguma forma, estes efeitos foram compensados.

3.5 Ensaios

Durante o desenvolvimento do trabalho, alguns métodos e procedimentos foram desenvolvidos especificamente para avaliar a performance e as propriedades dos tecidos de malha em algodão. Todos os ensaios e testes que foram realizados, tiveram seus procedimentos normalizados e executados nos laboratórios da empresa Marisol S.A. As normas e os procedimentos estão no Anexo C.

As estruturas de malhas foram tecidas, tintas e acabadas nas quatro rotas de produção, conforme o Quadro 1, sendo coletadas amostras em cada fase da produção. Estas amostras foram submetidas a 5 (cinco) ciclos completos e

sucessivos de lavagem e secagem em máquinas rotativas domésticas. Isto se deu, com o objetivo de colocar as amostras em um estado livre de possíveis tensões residuais, que o tecido possa ter adquirido nos processos de fabricação.

Os experimentos demonstram que o tecido de malha adquire o seu estado de completo relaxamento somente após serem submetidos ao processo de 5 (cinco) lavagens e secagens, definindo-se assim o estado de completo relaxamento do tecido ou simplesmente estado de referência – E.R.

Dessa forma foi possível investigar quais são as variáveis que interferem na estabilidade dimensional dos tecidos de malha.

As amostras dos tecidos de malha foram acondicionados por 48 horas em uma atmosfera padrão de 20 ± 2 °C e $65 \pm 2\%$ de umidade relativa, conforme as recomendações da norma internacional AATCC 150 -1995.

Uma vez que em cada fase do processo foram retiradas amostras de cada tipo de tecido, isto envolveu um grande número de dados que estão tabulados no Capítulo dos Resultados, onde é possível distinguir-se quais são as variáveis que interferem no E.R. dos tecidos de malha e portanto quais são as constantes que irão determinar a forma geométrica dos tecidos de malha em qualquer fase da manufatura têxtil.

A determinação das propriedades e das dimensões dos tecidos, só foi possível através da técnica de análise de multivariáveis, listados na Tabela 3.6.

Muitos outros foram realizados, contudo não está sendo incluído neste trabalho por não estarem sendo utilizados para o cálculo dos fatores e das constantes de processo. Porém alguns deles poderão vir a ser utilizados em trabalhos futuros e por isso estão descritos abaixo:

- No fio:
 - fricção;
 - torção;
 - resistência.
- Na malha:
 - elasticidade;

- alongamento;
- resistência ao estouro;
- espiralidade;
- diferença de cor.

Os lotes experimentais foram produzidos em condições normais de produção e em escala industrial, com partidas de 140 kg, em rolos de no mínimo 20 kg e no máximo de 30 kg cada um.

Os resultados dos testes e dos ensaios laboratoriais são médias resultantes das amostras retiradas do segundo e do quarto rolo, em cada fase do processo e seguem o plano de ensaio da Tabela 3.6.

Tabela 3.6: Tipos de ensaios e testes laboratoriais realizados por fase de processo

| Rota | Ponto de controle | Título | | Comp. do ponto | | Cursos | | Colunas | | %A.D. (comp.) | %A.D. (largura) | Qtd. Amostras |
|----------------|--------------------|--------|------|----------------|------|--------|------|---------|------|---------------|-----------------|---------------|
| | | *A.L. | E.R. | A.L. | E.R. | A.L. | E.R. | A.L. | E.R. | E.R. | E.R. | |
| Malharia | Antes do tecimento | Sim | Não | Não | Não | Não | Não | Não | Não | Não | Não | 2 |
| | Após o tecimento | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | 2 |
| Beneficiamento | Antes de ramar | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | 2 |
| | Após ramar | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | 2 |
| | Antes de secar | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | 2 |
| | Após secar | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | 2 |
| | Após compactar | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | 2 |

* A.L. = Antes de Lavar; E.R. = Após 5 lavagens.

Seguem as especificações e as unidades dos itens analisados para determinação das propriedades e das constantes que definem as dimensões dos tecidos de malha:

- Cursos por centímetro $cpcm, \text{cm}^{-1}$
- Coluna por centímetro $wpcm, \text{cm}^{-1}$
- Densidade de pontos S, cm^{-2}
- Comprimento do ponto CP, cm
- Título do fio Ne ou tex
- Fator de cobertura $\text{FC, tex}^{1/2} CP^{-1}$
- Gramatura g/m^2
- Alteração dimensional $\%C$
- Alteração dimensional $\%L$
- Constante $Kc, cpcm \times CP$
- Constante $Kw, wpcm \times CP$
- Constante $Ks, S \times CP^2$
- Fator geométrico da laçada $Kr - \frac{cpcm}{wpcm} \quad \text{ou} \quad \frac{Kc}{Kw}$

Já o plano de processamento destes lotes segue os Procedimentos de Desenvolvimento de Malhas na Malharia e no Beneficiamento descritos na Figura 3.4.

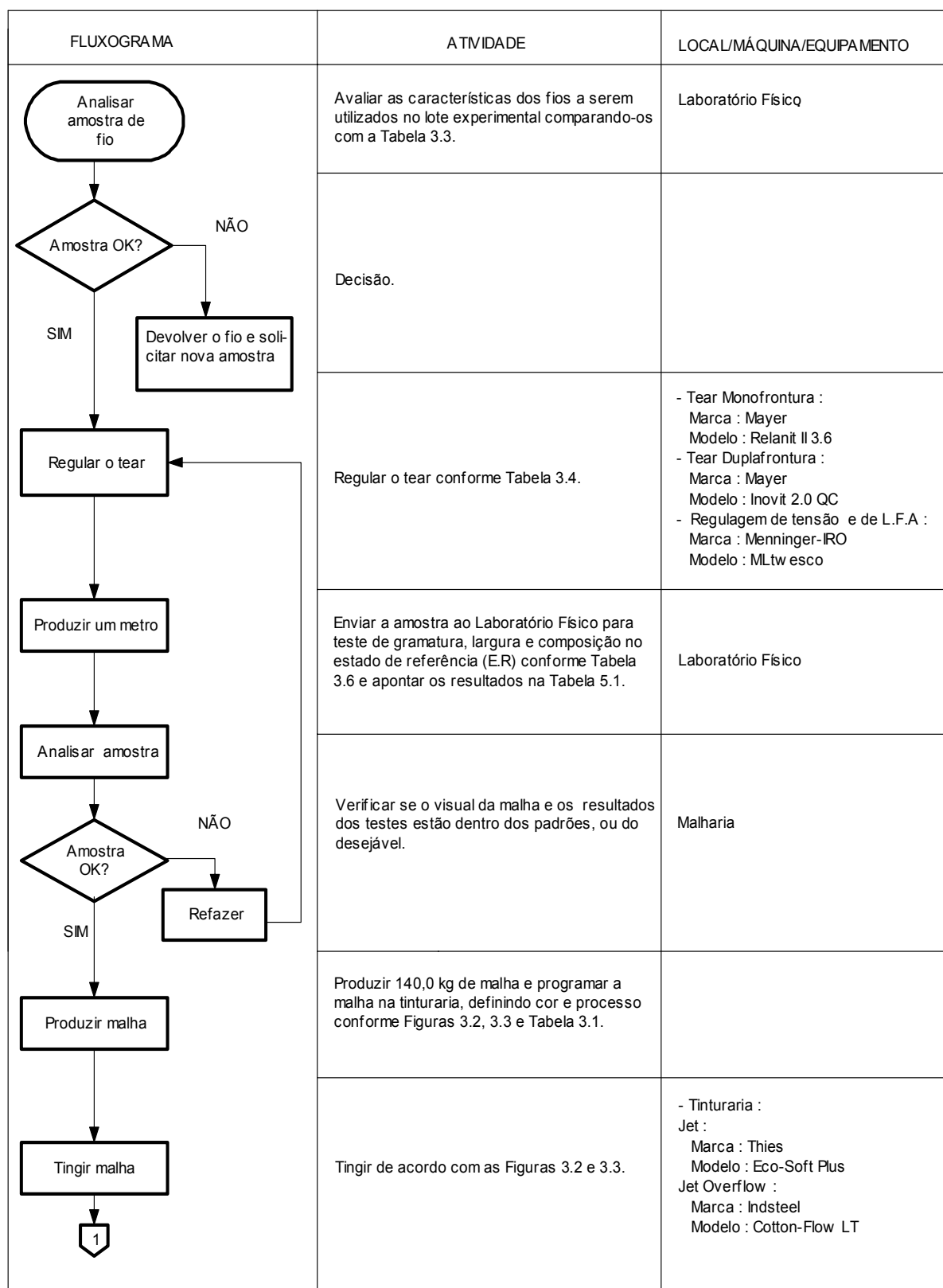


Figura 3.4: Procedimento de desenvolvimento de malhas na malharia e no beneficiamento

Fonte: O Pesquisador (2004).

| FLUXOGRAMA | ATIVIDADE | LOCAL/MÁQUINA/EQUIPAMENTO |
|---|--|--------------------------------|
| <pre> graph TD Start([1]) --> Retirar[Retirar amostra] Retirar --> Analisar[Analisar resultados e apontá-los] Analisar --> Abrir[Abrir malha] Abrir --> Fluxo{Fluxo} Fluxo -- Rama --> Rama([Ramar]) Fluxo -- "Secador + Compactador" --> Secar[Secar] Secar --> Compactar([Compactar]) </pre> | Retirar amostra e enviar para realizar ensaios de acordo com a Tabela 3.6. | Laboratórios Físico e Químico. |
| | Apontar os resultados nas Tabelas 5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6; 5.7 e 5.8. | |
| | Regular equipamentos conforme Tabela 3.5. Retirar amostras na saída da rama, secador e compactadeira conforme Tabela 3.6. Apontar os resultados nas tabelas 5.1 e 5.2. | Rama/ Secador/ Compactadeira. |

Figura 3.4: Procedimento de desenvolvimento de malhas na malharia e no beneficiamento (continuação)

Fonte: O Pesquisador (2004).

Os resultados de todos os lotes experimentais são apresentados nas Tabelas 5.1 a 5.8 que são analisadas e discutidas no Capítulo V.

4 DESENVOLVIMENTO DO ALGORITMO COMPUTACIONAL

4.1 Conceituação

Conforme Silva (2004), um sistema pode ser definido como uma coletânea de estruturas e recursos que são interagidos segundo uma lógica de tal forma a alcançar um ou mais objetivos. No caso, por exemplo, de uma fábrica, as estruturas referem-se às edificações e equipamentos, os recursos abrangem o capital, matéria-prima, mão-de-obra, energia e água; e os objetivos podem ser a fabricação de um ou mais tipos de produtos. Desta forma, a depender da área de conhecimento tem-se uma variedade de sistemas reais, tais como: unidades armazenadoras, frigoríficos, unidades de beneficiamento de leite, fabricas de óleo, agências bancárias, supermercados, hospitais e unidades de conservação ambiental.

Os estudos destes sistemas podem dar-se sob diferentes formas de abordagem. A primeira seria interferindo diretamente sob rotinas operacionais promovendo implementações e, ou, alterações de procedimentos até que sejam obtidas as condições ideais. Estas ações fazem requerer do tomador de decisão a condução de estudos preliminares e experiência, para que as alterações não minorem a performance do sistema.

A segunda refere-se a utilização de modelos que representem os sistemas reais. Os modelos podem apresentar-se como protótipos ou como modelos matemáticos, os quais podem prestar-se a soluções analíticas como, por exemplo, um modelo de regressão, ou a simulação, permitindo assim, reconstituir a rotina funcional de um dado sistema real.

4.2 Tipos de modelos de sistemas de simulação

Silva (2004) classifica os modelos matemáticos de simulação, ou simplesmente modelos de simulação, da seguinte forma:

a) estáticos ou dinâmicos - denominam-se como modelos estáticos os que visam representar o estado de um sistema em um instante ou que em suas formulações não se leva em conta a variável tempo, enquanto os modelos dinâmicos são formulados para representarem as alterações de estado do sistema ao longo da contagem do tempo de simulação;

b) determinístico ou estocástico - são modelos determinísticos os que em suas formulações não fazem uso de variáveis aleatórias, enquanto os estocásticos podem empregar uma ou mais e;

c) discretos ou contínuos - são modelos discretos aqueles em que o avanço da contagem de tempo na simulação se dá na forma de incrementos cujos valores podem ser definidos em função da ocorrência dos eventos ou pela determinação de um valor fixo, nesses casos só é possível determinar os valores das variáveis de estado do sistema nos instantes de atualização da contagem de tempo; enquanto para os modelos contínuos o avanço da contagem de tempo na simulação dá-se de forma contínua, o que possibilita determinar os valores das variáveis de estado a qualquer instante.

4.3 O modelo proposto

O algoritmo de simulação trata-se de um ferramental disponibilizado pela área de pesquisa operacional que permite a geração de cenários, a partir dos quais pode-se: orientar o processo de tomada de decisão, proceder a análises e avaliações de sistemas e propor soluções para a melhoria de performance. Sendo que, todos estes procedimentos podem ter por conotação parâmetros técnicos e, ou, econômicos.

O modelo proposto segue a linha dos modelos dinâmicos, pois é formulado levando em consideração mudanças nos cenários produtivos e ao mesmo tempo pode ser classificado como sendo também um modelo determinístico por não levar em consideração variáveis aleatórias.

Através dos resultados obtidos pelos ensaios das amostras dos tecidos de malha em seu estado de referência, no seu estado cru e acabado, foi possível desenvolver um banco de dados que após uma análise matemática leva a uma série de relações de previsibilidade.

O programa é desenhado no sentido de se ir adicionando novos dados para aumentar a assertividade destas previsões. Inicialmente o programa foi concebido em base de uma planilha Excel e em seguida foi escrito para uma base de banco de dados Oracle.

4.4 Verificação, validação e confiabilidade do modelo

Uma das tarefas mais árduas em simulação está em determinar se o modelo proposto retrata com fidedignidade o sistema em estudo. Para o alcance desta meta são recomendadas as observâncias de três preceitos básicos, que são a: verificação, validação e implementação de confiabilidade. Esses preceitos devem ser observados nas várias fases do desenvolvimento de um modelo.

A validação dos dados se dá conferindo, comparando, confrontando os resultados obtidos do simulador com lotes normais de produção da indústria Marisol S.A. É realizada uma grande quantidade de observações, constatando-se que a primeira aproximação obtida pelo programa computacional possui uma diferença entre o valor médio e o valor previsto, menor que um ponto do coeficiente de variação. Ou seja, aproximadamente 95% dos dados obtidos em escala industrial dos lotes normais de produção, encaixam-se dentro dos valores previstos pelo simulador.

Uma vez que as equações do E.R. são conhecidas, torna-se fácil calcular as dimensões de referência de qualquer tecido de malha que esteja no banco de

dados do simulador, a fim de garantir a gramatura, a largura e os encolhimentos desejáveis no momento do projeto.

O uso da simulação tem por objetivo principal disponibilizar para o usuário um sistema que auxilie de forma eficiente às atividades de desenvolvimento de malha, através da obtenção de parâmetros de ajustes do processo.

O Programa computacional desenvolvido possibilita ao usuário diversas possibilidades de alteração de parâmetros como o título, o comprimento do ponto, o tipo de tear e a rota de Beneficiamento que poderão ser ajustadas até a obtenção do padrão de qualidade exigido pelo cliente.

Para se ter uma idéia do funcionamento do processo de simulação através do programa computacional, apresenta-se um fluxograma resumido na Figura 3.5 e um fluxograma mais completo e detalhado na Figura 4.1.

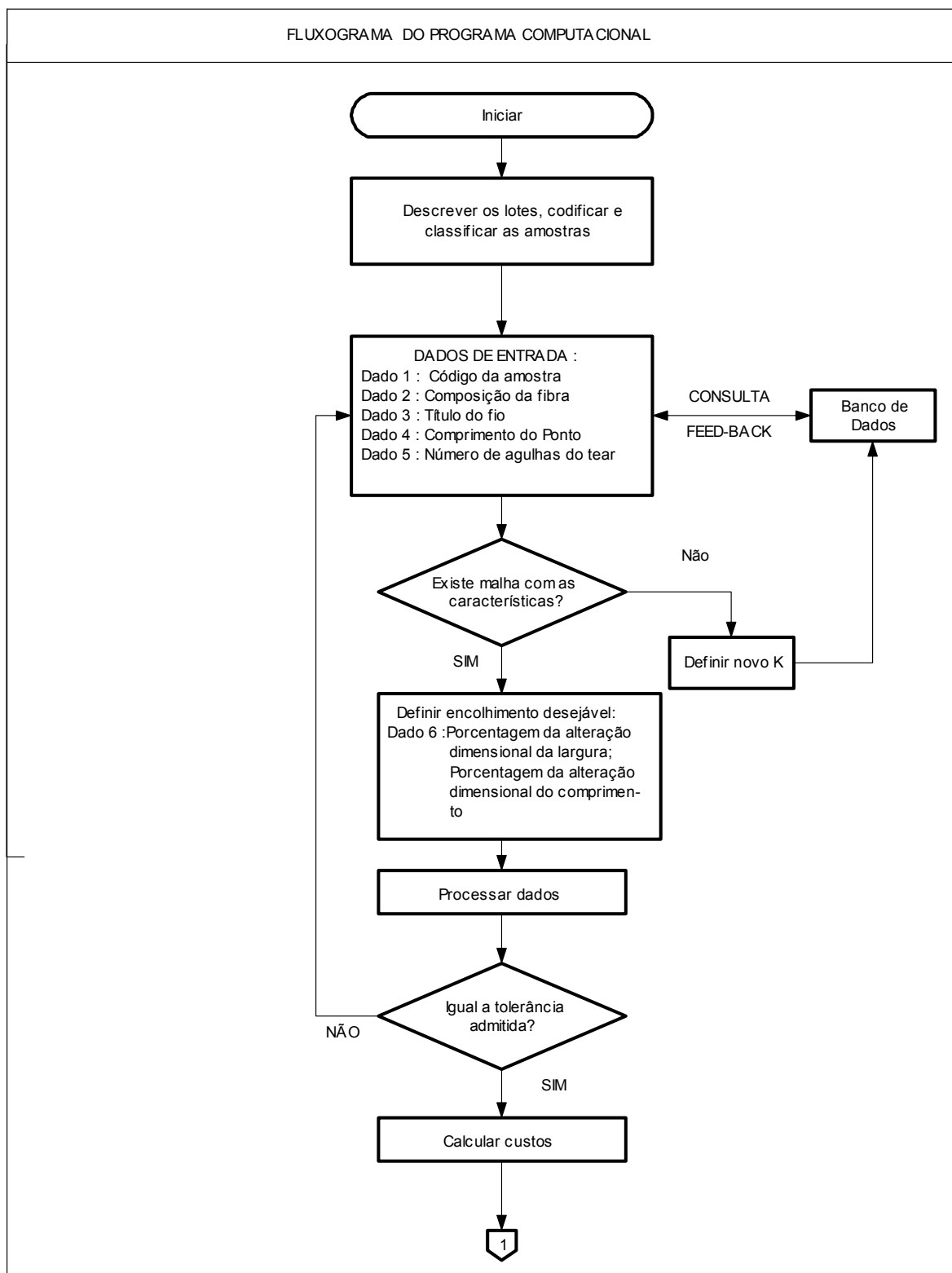


Figura 4.1: Fluxograma do processo de desenvolvimento de malha através do programa computacional

Fonte: O Pesquisador (2004).

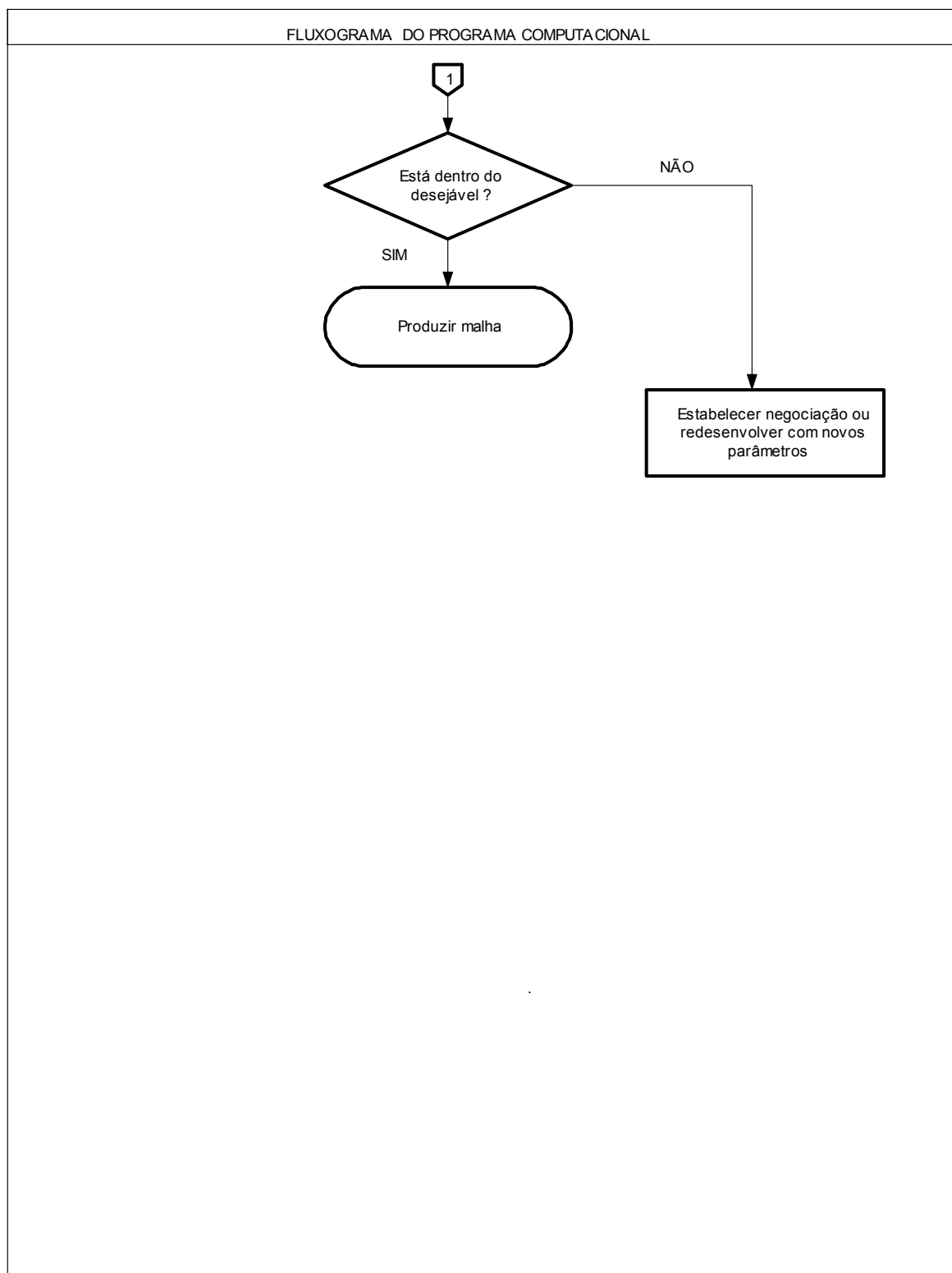


Figura 4.1: Fluxograma do processo de desenvolvimento de malha através do programa computacional (continuação)

Fonte: O Pesquisador (2004).

A manutenção de dados implica na inclusão, alteração, exclusão e consulta dos cadastros do produto ao longo de todas as etapas do processo produtivo envolvido. Para identificar os atributos envolvidos deve-se verificar um modelo de dados conhecido como o grupo da Ficha Técnica de Malharia (FTM), conforme ilustrado na Figura 4.2.

| Código | Descrição |
|--------|-----------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Figura 4.2: Grupo FTM

Fonte: O Pesquisador (2004).

A codificação a ser expressa na tela da Figura 4.2 é muito importante, pois ela irá relacionar o tecido de malha com uma determinada rota de processamento, como por exemplo: todos os códigos de testes iniciados com o número 1 (um), pertencem a rota 1, já todos os códigos iniciados com 2 (dois) relacionam-se a rota 2 e assim sucessivamente. Um exemplo mais específico de preenchimento da tela mencionada é:

- Código: J101;
- Descrição: Meia-Malha 100% CO processada na Rota 1.

Na Figura 4.3 é apresentada a planilha de Simulação de Desenvolvimento de Malha onde os parâmetros de entrada são: código do teste (para buscar o K do banco de dados relacionado a uma determinada rota); o título do fio; o

comprimento do ponto; o número de agulhas em trabalho do tear e o encolhimento desejável.

Figura 4.3: Simulação de desenvolvimento de malha.

Fonte: O Pesquisador (2004).

Cálculo do ER Acabado:

- Ficha Técnica de Beneficiamento (FTB) – Selecionado através da lista de valores ou deixado em branco.
- Título – Este campo será preenchido de acordo com a escolha feita na tela de Simulação de Cálculo de Título mas poderá ser alterado.
- CP (Comprimento de Ponto) - Este campo será preenchido de acordo com a escolha feita na tela de Simulação de Cálculo de Comprimento de Ponto mas poderá ser alterado.
- Cursos p/3cm – Valor numérico de 3 inteiros e 2 decimais (999.99).

$$Cursos / 3cm = \frac{Kc}{CP} \times 3 \quad (4.1)$$

- Colunas p/ 3cm - Valor numérico de 3 inteiros e 2 decimais (999.99).

$$Colunas / 3cm = \frac{Kw}{CP} \times 3 \quad (4.2)$$

- Largura Tub.(cm) - Valor numérico de 3 inteiros e 1 decimal (999.9).

$$Largura = \frac{Número de agulhas \times 3}{Número de Colunas \times 3} \quad (4.3)$$

- L. F.A (Alimentação de fio em uma volta no tear)

$$LFA = \frac{Número de agulhas \times CP}{100} \quad (4.4)$$

- Kc - Valor numérico de 1 inteiro e 2 decimais (9.99). Buscar da última máquina da Sequência Operacional da FTB. Se a FTB não for informada o valor deverá ser informado.

- Kw - Valor numérico de 1 inteiro e 2 decimais (9.99). Buscar da última máquina da Sequência Operacional da FTB. Se a FTB não for informada o valor deverá ser informado.

- Ks - Valor numérico de 2 inteiros e 2 decimais (99.99).

$$Ks = Kc \times Kw \quad (4.5)$$

- Kr - Valor numérico de 2 inteiros e 2 decimais (99.99).

$$Kr = \frac{Kc}{Kw} \quad (4.6)$$

- Gramatura – Valor numérico de 3 inteiros e 2 decimais (999.99)

$$g / m^2 = \frac{((Ks / (CP \times CP)) \times (590,5 / Tex) \times CP}{10} \quad (4.7)$$

Cálculo do Título:

| Título (NE): | Gram. (g/m2): | C.P. (cm): | Ks: | Transfere: |
|--------------|---------------|------------|-----|-------------------------------------|
| | | | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |

Figura 4.4: Planilha para o cálculo do título.

Fonte: O Pesquisador (2004).

A planilha apresentada na Figura 4.4 tem como objetivo simular cálculos do Título (Ne) e possibilita a transferência dos dados calculados para a tela de simulação de desenvolvimento de malha.

Procedimentos:

- Título (Ne) – Valor numérico de 2 inteiros e 2 decimais (99.99).

$$Ne = \frac{(590,5 / ((g / m^2 \times CP)) / Ks}{10} \quad (4.8)$$

O título escolhido para a simulação deverá ser marcado na coluna “*Transfere*” e ao fechar a tela o valor do campo deverá ser enviado para a tela de Simulação de Desenvolvimento de Malha (EN5V006). Somente poderá ser marcada uma linha.

Estes dados não serão armazenados no sistema.

Cálculo do Comprimento do Ponto (CP):

| F.C.: | Título (NE): | C.P. (cm): | A.D. Provável (%): | Transfere: |
|-------|--------------|------------|--------------------|-------------------------------------|
| | | | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |
| | | | | <input type="checkbox"/> |

Figura 4.5: Planilha referente ao cálculo do comprimento de ponto.

Fonte: O Pesquisador (2004).

Procedimentos:

- Fator de Cobertura (*FC*)- Valor numérico de 2 inteiros e 2 decimais (99.99). Será preenchido automaticamente pelo sistema de acordo com os Parâmetros do Simulador.
- Título - Numérico de 2 inteiros e 2 decimais (99.99).
- C.P. (Comprimento de Ponto) – Valor numérico de 1 inteiro e 3 decimais (9.999)

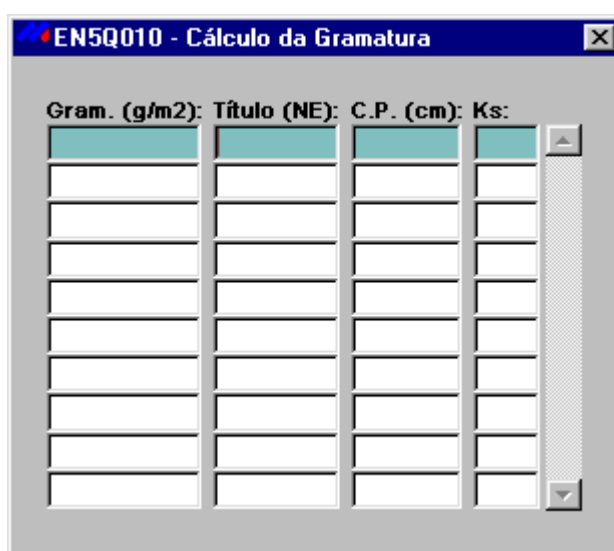
$$CP = \frac{\sqrt{590,5 / Ne}}{FC} \quad (4.9)$$

- A.D. Provável (%) – Valor numérico de 2 inteiros e 2 decimais (99.99).

$$\%AD_{provável} = (-1,15 \times FC) + 24,33 \quad (4.10)$$

O Comprimento do Ponto escolhido para a Simulação deverá ser marcado na coluna “*Transfere*” e ao fechar a tela o valor do campo deverá ser enviado para a tela de Simulação de Desenvolvimento de Malha (EN5V006). Somente poderá ser marcada uma linha. Estes dados não serão armazenados no sistema.

Cálculo da Gramatura:



| Gram. (g/m2): | Título (NE): | C.P. (cm): | Ks: |
|---------------|--------------|------------|-----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Figura 4.6: Planilha referente ao cálculo da gramatura.

Fonte: O Pesquisador (2004).

Procedimentos:

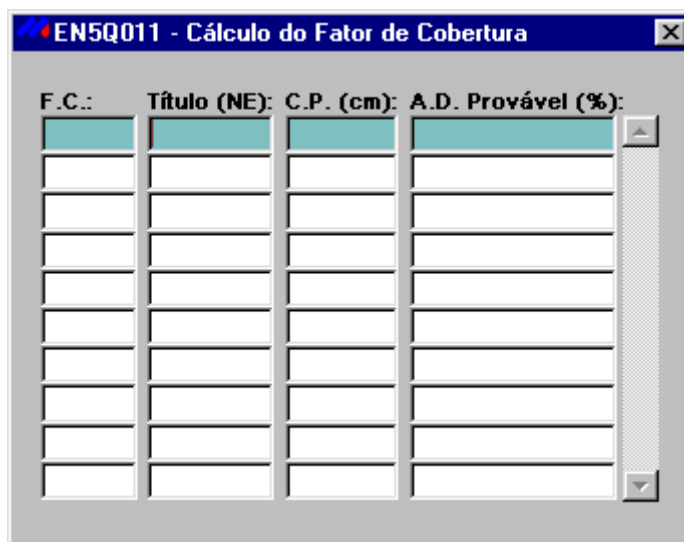
- Gramatura – Valor numérico de 3 inteiros e 2 decimais (999.99).

$$g / m^2 = (Ks \times (590,5 / Ne) / CP) / 10 \quad (4.11)$$

- Título – Valor numérico de 2 inteiros e 2 decimais (99.99).
- C.P. (Comprimento de Ponto) – Valor numérico de 1 inteiro e 3 decimais (9.999).
- Ks – Valor numérico de 2 inteiros e 2 decimais (99.99).

Estes dados não serão armazenados no sistema.

Cálculo do Fator de Cobertura (FC):



| F.C.: | Título (NE): | C.P. (cm): | A.D. Provável (%): |
|-------|--------------|------------|--------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Figura 4.7: Planilha referente ao cálculo do fator de cobertura.
 Fonte: O Pesquisador (2004).

Procedimentos:

- Fator de Cobertura – Valor numérico de 2 inteiros e 2 decimais (99.99)

$$FC = \frac{\sqrt{(590,5 / Ne)}}{CP} \quad (4.12)$$

- Título – Valor numérico de 2 inteiros e 2 decimais (99.99).
- C.P. (Comprimento de Ponto) – Valor numérico de 1 inteiro e 3 decimais (9.999).
- A.D. Provável (%) – Valor numérico de 2 inteiros e 2 decimais.

Estes dados não serão armazenados no sistema.

O “*FC*” também pode ser conhecido como grau de aperto, ou seja quanto maior for o Fator de Cobertura de um tecido de malha, maior será a aproximação entre uma laçada e a outra. Já, quanto menor for o Fator de Cobertura de um tecido de malha, maior será o afastamento entre uma e a outra laçada. O limite é estabelecido primeiramente pela regulagem do tear e segundo pela textura que se queira do tecido de malha. Tecidos com baixos Fatores de Cobertura tendem a malhas com alto grau de caimento, alto grau de espiralidade de seus cursos e relação as suas colunas e um alto grau de instabilidade dimensional. Malhas com alto grau de aperto apresentarão uma característica de tecidos mais duros e rígidos, com tendência maior de rupturas de fio quando do tecimento do mesmo.

Como dados referenciais o programa sugere os seguintes *FC*:

- Meia-malha = 15 a 17;
- Rib = 13 a 17;
- *Interlock* = 14 a 19;
- *Piqué* = 16 a 19.

Cálculo das Resultantes:

| Fio Teste: | Conta: | Item: | Cor: | Descrição: | % Part.: | Título (NE): | C.P. (cm): |
|------------|--------|-------|------|------------|----------|--------------|------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Transferir Resultante

Figura 4.8: Planilha de cálculo das resultantes.

Fonte: O Pesquisador (2004).

A resultante desta tela (título e o comprimento do ponto), ao clicar no botão “*Transferir Resultante*”, deverá ser enviada para a tela de Simulação de Malhas (EN5V005).

Procedimentos:

- Fio Teste - Alfa de 10. Este campo será informado para simular itens que não estão cadastrados no sistema. Se este campo for informado, os campos Conta, Item, Cor e Descrição devem ser desabilitados e os campos de % de Participação, Título e Comprimento do Ponto devem ser informados.

Se uma FTB for informada na Simulação de Desenvolvimento de Malhas (EN5V006), o Sistema deverá trazer os fios da FTB, o Percentual de Participação, o Título e o Comprimento do Ponto. O campo Fio Teste deve ser desabilitado.

Se não for informada uma FTB os campos conta, item e cor devem ser selecionados através do Lov ou informado um fio Teste. Os demais campos deverão ser preenchidos.

A soma dos percentuais de Participação dos fios deve ser sempre 100.

Ao clicar no botão de Transferir Resultante, o sistema deverá calcular a resultante do Título e do Comprimento do Ponto e transferir para a tela de Simulação de Desenvolvimento de Malhas (EN5V006)

Para calcular o título resultante é preciso converter o título de NE para Tex:

$$Tex = \frac{590,5}{Ne} \quad (4.13)$$

- Título Resultante (Tr):

$$Tr = \frac{590,5 / ((TítuloFio1 \times \%participação) + \dots + (TítuloFioN \times \%participação))}{100} \quad (4.14)$$

- Comprimento do Ponto Resultante (CPr):

$$CPr = \frac{(CPFio1 \times \%participação) + \dots + (CPFioN)}{100} \quad (4.15)$$

Cálculo das Constantes (K):

EN5Q006 - Consulta das Constantes

Grupo de FTM:

| FTM: | Grupo de Tear: | Título Result. (Tex): | C.P. Result. (cm): | Cursos p/3cm: | Colunas p/3cm: | Kw: | Kc: | Ks: | Kr: |
|------|----------------|-----------------------|--------------------|---------------|----------------|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Composição da FTB

| Fibra: | % Part.: |
|--------|----------|
| | |
| | |
| | |
| | |

Características

| Conta: | Item: | Cor: | Descrição: | % Part.: | Título (NE): | C.P. (cm): |
|--------|-------|------|------------|----------|--------------|------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Figura 4.9: Planilha de consulta das constantes K.

Fonte: O Pesquisador (2004).

Manter as consultas das constantes das FTB's de um grupo de FTM

Procedimentos:

- Grupo de FTM --> Selecionado através da lista de valores.
- FTM--> Deverá mostrar todas as FTB's relacionadas com as FTM's ligadas ao Grupo de FTM informado.
- Grupo de Tear --> Deverá mostrar o grupo de tear indicado como padrão de desenvolvimento da FTM.
- Título Resultante --> Calculado com base nos fios indicados no bloco de Características, utilizando os campos de %Participação, Título e CP.
- Fórmula: (Mesma fórmula para calcular Título Resultante da tela EN5Q012)

- *CP Resultante* --> Calculado com base nos fios indicados no bloco de Características, utilizando os campos de %Participação *CP*.
- *Cursos p / 3cm* --> Buscar da última seqüência operacional do banco de dados (depois de lavar) da FTB.
- *Colunas p / 3cm* --> Buscar da última seqüência operacional do banco de dados (depois de lavar) da FTB.

- $$K_w = \text{Colunas} / 3\text{cm} \times C_{Pr} \quad (4.16)$$

- $$K_c = \text{Cursos} / 3\text{cm} \times C_{Pr} \quad (4.17)$$

- $$K_r = \frac{K_c}{K_w} \quad (4.18)$$

- $$K_s = K_c \times K_w \quad (4.19)$$

As principais vantagens que a simulação computacional pode trazer para os processos industriais têxteis são (VALÉRIO NETO e OLIVEIRA, 2001):

- **Redução do tempo:** o parâmetro tempo é, atualmente, um fator essencial para a indústria. O “time-to-market”, isto é, o tempo que um produto leva desde o seu desenvolvimento até a colocação do mesmo no mercado consumidor, é a chave do “marketing” que diferencia os competidores.
- **Diminuição de custos:** a modelagem e a simulação permitem reduzir o número de protótipos físicos criados, possibilitando uma redução no tempo de desenvolvimento do projeto e na quantidade de trabalho humano empregado. Também reduz a quantidade de ferramentas e materiais utilizados para os ajustes das condições operacionais. Além da diminuição drástica do impacto ambiental pela carência de geração

de resíduos de fabricação nestas etapas prévias. Os resultados do protótipo virtual são obtidos mais rapidamente e, por isto possibilitam um “feedback” para o projeto antes dos custos de produção estarem fixados.

- Melhoria da qualidade: permite a aplicação de diferentes alternativas a um projeto de forma rápida e eficaz, permitindo a validação de soluções apropriadas que satisfaçam os parâmetros específicos de cada cliente, a um menor custo.

O sistema a ser proposto também permite diminuir o tempo de análise de concepção do novo projeto e incorporá-lo mais rapidamente ao processo de produção.

No capítulo seguinte é feita a validação do modelo proposto, testando-se as considerações empíricas utilizadas. Deste modo, certifica-se como os resultados da simulação são impactados mediante alterações dos valores das variáveis de entrada e parâmetros do programa. Ainda no Capítulo 5, determina-se o quanto os dados gerados são representativos. Este é um dos procedimentos decisivos na validação, o qual consiste na confrontação das informações geradas pelo modelo com as obtidas do sistema real. O nível de precisão irá depender dos propósitos de utilização do modelo. Empregado a estatística como ferramenta de validação, utilizando-se a análise de regressões.

Já no Anexo C, pode ser encontrado o “*Help*” do modelo computacional, indicando o significado e a função de cada tela e tecla.

Fonte: O Pesquisador (2004).

5 RESULTADOS

Já é de conhecimento que os tecidos de malha tendem a não suportar mudanças nas suas dimensões quando submetidos a tensões e sua forma geométrica é propensa a modificar-se depois de repetidas lavagens e secagens caseiras. Um número razoável de fatores é responsável por causar essas não conformidades indesejáveis nos tecidos de malha em 100% de algodão. Essas não conformidades estão todas associadas com o fio, a tecelagem da malha, com o beneficiamento e mesmo com a confecção dos tecidos de malha. É também um fato de que os consumidores estão cada vez mais conscientes e exigentes quanto à performance dos artigos e requerem qualidade mesmo após sucessivas lavagens.

A fim de comprovar quais as variáveis que interferem na forma geométrica e daí buscar as constantes que determinam as dimensões finais dos tecidos de malha, foram coletadas amostras de todos os lotes experimentais, em cada rota e em cada fase do processo.

Todos os testes e ensaios laboratoriais foram conduzidos em sala climatizada com temperatura de atmosfera padrão de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $65 \pm 2\%$ de umidade relativa, conforme as recomendações da norma internacional AATCC 150-1995 e a descrição detalhada do procedimento operacional, encontra-se no Anexo E.

Este procedimento padronizado se faz necessário porque o algodão é uma fibra higroscópica e absorve a umidade contida no ar.

Os resultados obtidos pelo programa computacional e os relativos aos lotes de produção devem ser comparados sob estas condições. A massa de água contida na fibra de algodão sob atmosfera padrão, conhecida como “regain” é de aproximadamente 7% e qualquer variação desta implicará em resultados de título, gramatura e densidade do tecido de malha diferente dos previstos pelo simulador.

5.1 Obtenção dos valores *K*

Os resultados dos testes realizados sobre as amostras dos lotes experimentais, estão apresentados nas Tabelas 5.1 a 5.8 a seguir:

Tabela 5.1 Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido – amostra J01

| Cód | Diâm (pol) | Galga | Qtd. Agulhas | Ting | Rota | Estado | Título (Ne) | Comp. Ponto (cm) | Curso s / 3 cm | Colunas / 3 cm | Gramatura (g/m ²) | Largura (cm) | A.D. % Comp. | A.D. % Larg |
|-----|------------|-------|--------------|------|-------------|---------|-------------|------------------|----------------|----------------|-------------------------------|--------------|--------------|-------------|
| J01 | 30 | 24 | 2268 | Jet | Rama | Cru | 20 | 0,330 | 48 | 33 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 20 | 0,330 | 49,7 | 35,4 | 182,0 | 192,4 | -6,0 | -6,0 |
| | | | | | | E.Ra | 20,3 | 0,324 | 51,6 | 37,6 | 205,0 | 180,9 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 20,2 | 0,325 | 54,9 | 38,5 | 221,0 | 176,9 | x | x |
| | | | | | Eco | Cru | 20 | 0,330 | 48 | 33 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 20 | 0,330 | 49,7 | 35,4 | 182,0 | 192,0 | -4,0 | -5,5 |
| | | | | | | E.Ra | 20,3 | 0,324 | 52,8 | 37,4 | 199,0 | 181,9 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 20,2 | 0,325 | 54,9 | 38,5 | 221,0 | 176,9 | x | x |
| | | | | Jet | Sec + Comp. | Cru | 20 | 0,330 | 48 | 33 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 20 | 0,330 | 50,6 | 35,9 | 186,0 | 189,6 | -5,0 | -5,0 |
| | | | | | | E.Ra | 20,3 | 0,324 | 51,9 | 37,8 | 207,0 | 180,1 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 20,2 | 0,325 | 54,9 | 38,5 | 221,0 | 176,9 | x | x |
| | | | | Eco | Sec + Comp. | Cru | 20 | 0,330 | 48 | 33 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 20 | 0,330 | 50,3 | 35,8 | 185,0 | 190,0 | -3,1 | -4,7 |
| | | | | | | E.Ra | 20,3 | 0,324 | 53,2 | 37,6 | 200,0 | 181,1 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 20,2 | 0,325 | 54,9 | 38,5 | 221,0 | 176,9 | x | x |

Fonte: O Pesquisador (2004).

Tabela 5.2. Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido – amostra J02

| Cód. | Diâm (pol) | Gal ga | Qtd. Agul. | Ting | Rota | Esta do | Título (Ne) | Comp. Ponto (cm) | Cur sos / 3 cm | Colu nas / 3 cm | Gramat (g/m ²) | Larg (cm) | A.D. % Comp. | A.D. % Larg |
|------|------------|--------|------------|------|-------------|---------|-------------|------------------|----------------|-----------------|----------------------------|-----------|--------------|-------------|
| J02 | 30 | 28 | 2640 | Jet | Rama | Cru | 30 | 0,273 | 57 | 41 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 30 | 0,273 | 58,1 | 43,1 | 143,0 | 183,8 | -7,0 | -7,0 |
| | | | | | | E.Ra | 30,5 | 0,268 | 61,2 | 46,3 | 165,0 | 170,9 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 30,4 | 0,269 | 65,5 | 47,3 | 178,0 | 167,5 | x | x |
| | | | | Eco | Rama | Cru | 30 | 0,273 | x | X | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 30 | 0,273 | 58,9 | 43,5 | 146,0 | 182,0 | -4,0 | -5,3 |
| | | | | | | E.Ra | 30,5 | 0,268 | 62,5 | 45,9 | 160,0 | 172,4 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 30,4 | 0,269 | 65,5 | 47,3 | 178,0 | 167,5 | x | x |
| | | | | Jet | Sec + Comp. | Cru | 30 | 0,273 | 57 | 41 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 30 | 0,273 | 59,2 | 43,8 | 147,0 | 180,9 | -6,0 | -6,0 |
| | | | | | | E.Ra | 30,5 | 0,268 | 61,7 | 46,6 | 166,0 | 170,0 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 30,4 | 0,269 | 65,5 | 47,3 | 178,0 | 167,5 | x | x |
| | | | | Eco | Sec + Comp | Cru | 30 | 0,273 | 57 | 41 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 30 | 0,273 | 59,3 | 43,5 | 146,0 | 182,0 | -3,8 | -5,8 |
| | | | | | | E.Ra | 30,5 | 0,268 | 63,0 | 46,2 | 161,0 | 171,5 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 30,4 | 0,269 | 65,5 | 47,3 | 178,0 | 167,5 | x | x |

Fonte: O Pesquisador (2004).

Tabela 5.3. Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido – amostra R01

| Cód | Diâm (pol) | Gal ga | Qtd. de Ag | Tin gim. | Rota | Estado | Título (Ne) | Comp. Ponto (cm) | Cur sos / 3 cm | Colunas / 3 cm | Gramat (g/m ²) | Larg (cm) | A.D. % Comp. | A.D. % Larg |
|-----|------------|--------|------------|----------|--------------|----------|-------------|------------------|----------------|----------------|----------------------------|-----------|--------------|-------------|
| R01 | 30 | 16 | 3024 | Jet | Rama | Cru | 20 | 0,318 | 43 | 24 | x | x | x | x |
| | | | | | | Aca bado | 20 | 0,318 | 46,1 | 27,1 | 250,0 | 167,0 | -9,0 | -11,0 |
| | | | | | | E.Ra | 20,1 | 0,312 | 50,8 | 31,3 | 317,0 | 146,0 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 20,2 | 0,314 | 52,0 | 31,2 | 327,0 | 145,2 | x | x |
| | | | | Eco | Rama | Cru | 20 | 0,318 | 43 | 24 | x | x | x | x |
| | | | | | | Aca bado | 20 | 0,318 | 45,6 | 26,6 | 247,0 | 170,3 | -8,0 | -6,0 |
| | | | | | | E.Ra | 20,1 | 0,312 | 49,6 | 28,3 | 286,0 | 160,1 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 20,2 | 0,314 | 52,0 | 31,2 | 327,0 | 145,2 | x | x |
| | | | | Jet | Sec + Comp . | Cru | 20 | 0,318 | 43 | 24 | x | x | x | x |
| | | | | | | Aca bado | 20 | 0,318 | 46,9 | 26,8 | 249,0 | 169,0 | -9,0 | -11,5 |
| | | | | | | E.Ra | 20,1 | 0,312 | 51,2 | 31,4 | 318,0 | 144,3 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 20,2 | 0,314 | 52,0 | 31,2 | 327,0 | 145,2 | x | x |
| | | | | Eco | Sec + Comp | Cru | 20 | 0,318 | 43 | 24 | x | x | x | x |
| | | | | | | Aca bado | 20 | 0,318 | 46,0 | 26,8 | 249,0 | 169,2 | -8,0 | -6,0 |
| | | | | | | E.Ra | 20,1 | 0,312 | 50 | 28,5 | 288,0 | 159,1 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 20,2 | 0,314 | 52,0 | 31,2 | 327,0 | 145,2 | x | x |

Fonte: O Pesquisador (2004).

Tabela 5.4. Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido – amostra R02

| Cód | Diâm (pol) | Gal ga | Qtd. Agul | Tingi mento | Rota | Estado | Título (Ne) | Comp. Ponto (cm) | Cursos / 3 cm | Colun / 3 cm | Gramat (g/m ²) | Largura (cm) | A.D. % Comp | A.D. % Larg |
|-----|------------|--------|-----------|-------------|-------------|----------|-------------|------------------|---------------|--------------|----------------------------|--------------|-------------|-------------|
| R02 | 30 | 16 | 3024 | Jet | Rama | Cru | 24 | 0,298 | 45 | 26 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acaba do | 24 | 0,298 | 48,8 | 28,7 | 218,0 | 158,0 | -7,6 | -12,0 |
| | | | | | | E.Ra | 24,2 | 0,293 | 52,8 | 33,4 | 274,0 | 135,8 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 24,4 | 0,294 | 54,7 | 33,2 | 285,0 | 136,4 | x | x |
| | | | | Eco | Rama | Cru | 24 | 0,298 | 45 | 26 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acaba do | 24 | 0,298 | 48,0 | 28,6 | 218,0 | 158,8 | -8,0 | -8,0 |
| | | | | | | E.Ra | 24,2 | 0,293 | 52,1 | 31,1 | 257,0 | 146,1 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 24,4 | 0,294 | 54,7 | 33,2 | 285,0 | 136,4 | x | x |
| | | | | Jet | Sec + Comp. | Cru | 24 | 0,298 | 45 | 26 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acaba do | 24 | 0,298 | 49,1 | 28,9 | 220,0 | 157,0 | -7,1 | -12,5 |
| | | | | | | E.Ra | 24,2 | 0,293 | 53,0 | 33,5 | 275,0 | 135,5 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 24,4 | 0,294 | 54,7 | 33,2 | 285,0 | 136,4 | x | x |
| | | | | Eco | Sec + Comp | Cru | 24 | 0,298 | 45 | 26 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acaba do | 24 | 0,298 | 48,4 | 28,8 | 221,0 | 157,4 | -7,5 | -7,5 |
| | | | | | | E.Ra | 24,2 | 0,293 | 52,3 | 31,2 | 258,0 | 145,6 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 24,4 | 0,294 | 54,7 | 33,2 | 285,0 | 136,4 | x | x |

Fonte: O Pesquisador (2004).

Tabela 5.5. Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido – amostra P01

| Cód | Diâm (pol) | Gal ga | Qtd. Agulhas | Tingim | Rota | Estado | Título (Ne) | Comp. Ponto (cm) | Cursos / 3 cm | Colun / 3 cm | Gramat (g/m ²) | Larg (cm) | A.D. % Comp | A.D. % Larg |
|-----|------------|--------|--------------|--------|-------------|---------|-------------|------------------|---------------|--------------|----------------------------|-----------|-------------|-------------|
| P01 | 30 | 20 | 1872 | Jet | Rama | Cru | 30 | 0,277 | 85 | 26 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 30 | 0,277 | 90,1 | 30,0 | 164,4 | 186,8 | -9,0 | -9,0 |
| | | | | | | E.Ra | 30,4 | 0,271 | 98,9 | 33,0 | 198,0 | 170,2 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 30,3 | 0,272 | 100,00 | 33,7 | 210,0 | 168,1 | x | x |
| | | | | Eco | Rama | Cru | 30 | 0,277 | 85 | 26 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 30 | 0,277 | 90,5 | 30,5 | 165,5 | 186,0 | -7,5 | -8,3 |
| | | | | | | E.Ra | 30,4 | 0,271 | 99,0 | 32,6 | 200,0 | 169,0 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 30,3 | 0,272 | 100,0 | 33,5 | 211,0 | 168,0 | x | x |
| | | | | Jet | Sec + Comp. | Cru | 30 | 0,277 | 85 | 26 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 30 | 0,277 | 91,2 | 30,44 | 167,5 | 184,7 | -8,5 | -8,0 |
| | | | | | | E.Ra | 30,4 | 0,271 | 99,7 | 33,3 | 199,5 | 169,0 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 30,3 | 0,272 | 100,00 | 33,7 | 210,0 | 168,1 | x | X |
| | | | | Eco | Sec + Comp | Cru | 30 | 0,277 | 85 | 26 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 30 | 0,277 | 91,5 | 31,0 | 168,5 | 183,0 | -7,7 | -7,0 |
| | | | | | | E.Ra | 30,4 | 0,271 | 99,5 | 33,0 | 200,1 | 168,0 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 30,3 | 0,272 | 100,00 | 33,7 | 210,0 | 168,1 | x | x |

Fonte: O Pesquisador (2004).

Tabela 5.6. Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido – amostra P02

| Cód | Diâm (pol) | Galga | Qtd. Agulhas | Tingim | Rota | Estado | Título (Ne) | Comp. Ponto (cm) | Cursos / 3 cm | Colunas / 3 cm | Gramatura (g/m ²) | Largura (cm) | A.D. % Comp. | A.D. % Largura |
|-----|------------|-------|--------------|--------|-------------|---------|-------------|------------------|---------------|----------------|-------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| P02 | 30 | 20 | 1872 | Jet | Rama | Cru | 24 | 0,297 | 82 | 25 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 24 | 0,297 | 84,1 | 28,1 | 191,2 | 200,8 | -9,0 | -9,0 |
| | | | | | | E.Ra | 24,2 | 0,291 | 93,0 | 31,0 | 231,0 | 183,0 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 24,4 | 0,293 | 97,0 | 32,5 | 243,0 | 179,0 | x | x |
| | | | | Eco | Rama | Cru | 24 | 0,297 | 82 | 25 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 24 | 0,297 | 85,0 | 28,5 | 192,7 | 199,0 | -8,3 | -8,0 |
| | | | | | | E.Ra | 24,5 | 0,291 | 93,8 | 31,4 | 233,0 | 182,0 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 24,4 | 0,293 | 97,0 | 32,5 | 243,0 | 179,0 | x | x |
| | | | | Jet | Sec + Comp. | Cru | 24 | 0,297 | 82 | 25 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 24 | 0,297 | 85,1 | 28,4 | 195,0 | 198,0 | -7,6 | -8,0 |
| | | | | | | E.Ra | 24,2 | 0,291 | 92,9 | 31,0 | 233,0 | 182,0 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 24,4 | 0,293 | 97,0 | 32,5 | 243,0 | 179,0 | x | x |
| | | | | Eco | Sec + Comp | Cru | 24 | 0,297 | 82 | 25 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acabado | 24 | 0,297 | 86,0 | 28,5 | 195,0 | 198,0 | -8,0 | -7,8 |
| | | | | | | E.Ra | 24,5 | 0,291 | 93,0 | 31,0 | 235,0 | 182,0 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 24,4 | 0,293 | 97,0 | 32,5 | 243,0 | 179,0 | x | x |

Fonte: O Pesquisador (2004).

Tabela 5.7. Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido – amostra I01

| Cód | Diâm (pol) | Galga | Qtd. Ag | Ting | Rota | Estado | Título (Ne) | Comp. Ponto (cm) | Cur sos / 3 cm | Colu nas / 3 cm | Gramatura (g/m ²) | Largura (cm) | A.D. % Comp | A.D. % Larg |
|-----|------------|-------|---------|------|------------|----------|-------------|------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| I01 | 30 | 22 | 4128 | Jet | Rama | Cru | 30 | 0,300 | 51 | 33 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acaba do | 30 | 0,300 | 49,7 | 38,7 | 246,0 | 160,1 | -10,0 | -10,0 |
| | | | | | | E.Ra | 30,2 | 0,295 | 55,2 | 43,0 | 303,0 | 144,1 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 30,4 | 0,296 | 58,5 | 41,8 | 309,0 | 148,0 | x | x |
| | | | | Eco | Rama | Cru | 30 | 0,300 | 51 | 33 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acaba do | 30 | 0,300 | 50,7 | 38,7 | 246,0 | 160,0 | -6,5 | -11,0 |
| | | | | | | E.Ra | 30,2 | 0,295 | 54,1 | 43,7 | 296,0 | 141,8 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 30,4 | 0,296 | 58,5 | 41,8 | 309,0 | 148,0 | x | x |
| | | | | Jet | Sec + Comp | Cru | 30 | 0,300 | 51 | 33 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acaba do | 30 | 0,300 | 50,6 | 39,3 | 252,0 | 157,7 | -9,0 | -9,0 |
| | | | | | | E.Ra | 30,2 | 0,295 | 55,6 | 43,1 | 305,0 | 143,5 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 30,4 | 0,296 | 58,5 | 41,8 | 309,0 | 148,0 | x | x |
| | | | | Eco | Sec + Comp | Cru | 30 | 0,300 | 51 | 33 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acaba do | 30 | 0,300 | 51,4 | 39,1 | 250,0 | 158,5 | -5,8 | -10,0 |
| | | | | | | E.Ra | 30,2 | 0,295 | 54,5 | 43,8 | 297,0 | 141,3 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 30,4 | 0,296 | 58,5 | 41,8 | 309,0 | 148,0 | x | x |

Fonte: O Pesquisador (2004).

Tabela 5.8. Resultados obtidos nos equipamentos para o tecido – amostra I02

| Cód | Diâm (pol) | Gal ga | Qtd . Ag | Ting | Rota | Estado | Título (Ne) | Comp. Ponto (cm) | Cursos / 3 cm | Colun / 3 cm | Gramat (g/m ²) | Larg (cm) | A.D. % Com p. | A.D. % Larg |
|-----|------------|--------|----------|------|--------------|----------|-------------|------------------|---------------|--------------|----------------------------|-----------|---------------|-------------|
| I02 | 30 | 22 | 41 28 | Jet | Rama | Cru | 24 | 0,310 | 51 | 28 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acaba do | 24 | 0,310 | 50,2 | 35,5 | 295,0 | 174,3 | - 10,0 | - 10,0 |
| | | | | | | E.Ra | 24,2 | 0,304 | 55,7 | 39,5 | 364,0 | 156,8 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 24,4 | 0,306 | 58,2 | 36,0 | 342,0 | 172,2 | x | x |
| | | | | Eco | Rama | Cru | 24 | 0,310 | 51 | 28 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acaba do | 24 | 0,310 | 50,6 | 35,8 | 293,0 | 173,0 | -6,8 | -7,9 |
| | | | | | | E.Ra | 24,2 | 0,304 | 54,3 | 38,9 | 341,0 | 159,3 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 24,4 | 0,306 | 58,2 | 36,0 | 342,0 | 172,2 | x | x |
| | | | | Jet | Sec + Comp . | Cru | 24 | 0,310 | 51 | 28 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acaba do | 24 | 0,310 | 51,0 | 36,0 | 302,0 | 172,0 | -9,1 | -9,2 |
| | | | | | | E.Ra | 24,2 | 0,304 | 56,1 | 39,6 | 365,0 | 156,2 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 24,4 | 0,306 | 58,2 | 36,0 | 342,0 | 172,2 | x | x |
| | | | | Eco | Sec + Comp | Cru | 24 | 0,310 | 51 | 28 | x | x | x | x |
| | | | | | | Acaba do | 24 | 0,310 | 51,2 | 36,2 | 298,0 | 171,0 | -6,8 | -7,7 |
| | | | | | | E.Ra | 24,2 | 0,304 | 54,7 | 39,0 | 343,0 | 158,8 | x | x |
| | | | | | | E.Rc | 24,4 | 0,306 | 58,2 | 36,0 | 342,0 | 172,2 | x | x |

Fonte: O Pesquisador (2004).

5.1.1 Comprimento do ponto (CP)

O comprimento do ponto ou da laçada permaneceu mais ou menos constante durante todo processo de fabricação dos tecidos ou mesmo após as 5 (cinco) lavagens, como representado pela Tabela 5.9 e pela Figura 5.1.

Tabela 5.9: Variação do comprimento do ponto.

| Estado da Malha | Tecidos de Malha | | | | | | | |
|---------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | J 01 | J 02 | R 01 | R 02 | P 01 | P 02 | I 01 | I 02 |
| Cru | 0,330 | 0,273 | 0,318 | 0,298 | 0,277 | 0,297 | 0,300 | 0,310 |
| Lavação 1 | 0,326 | 0,270 | 0,315 | 0,295 | 0,275 | 0,295 | 0,298 | 0,305 |
| Lavação 2 | 0,325 | 0,270 | 0,315 | 0,295 | 0,275 | 0,295 | 0,298 | 0,305 |
| Lavação 3 | 0,324 | 0,268 | 0,312 | 0,293 | 0,272 | 0,295 | 0,295 | 0,305 |
| Lavação 4 | 0,324 | 0,268 | 0,312 | 0,293 | 0,271 | 0,291 | 0,295 | 0,305 |
| Lavação 5 | 0,324 | 0,268 | 0,312 | 0,293 | 0,271 | 0,291 | 0,295 | 0,304 |
| Valor Médio | 0,326 | 0,270 | 0,314 | 0,295 | 0,274 | 0,294 | 0,297 | 0,306 |
| Valor Máximo | 0,330 | 0,273 | 0,318 | 0,298 | 0,277 | 0,297 | 0,300 | 0,310 |
| Valor Mínimo | 0,324 | 0,268 | 0,312 | 0,293 | 0,271 | 0,291 | 0,295 | 0,304 |
| Dif. % (Min x Máx) | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 1,7 | 2,2 | 2,0 | 1,7 | 1,9 |
| DESVIO PADRÃO | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,003 | 0,002 | 0,002 | 0,002 |

Fonte: O Pesquisador (2004).

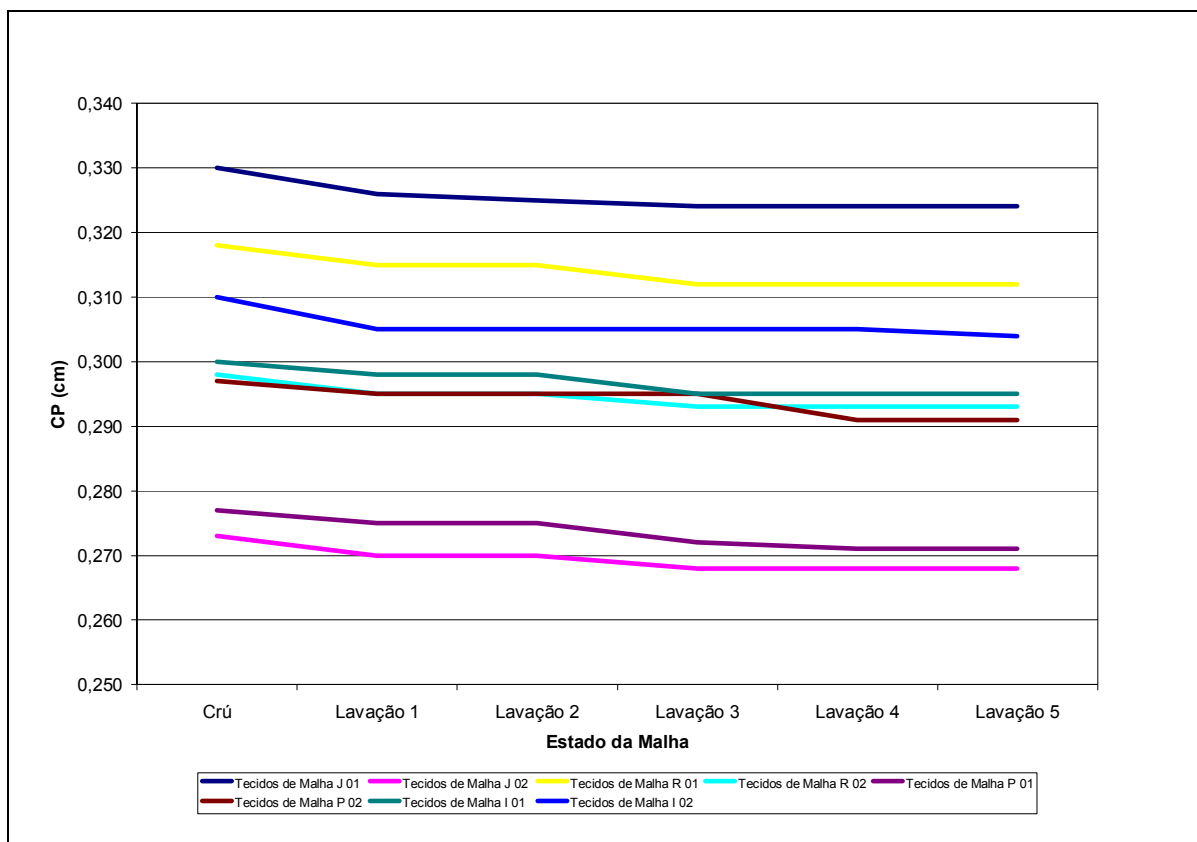


Figura 5.1: Variação do comprimento do ponto.

Fonte: O Pesquisador (2004).

Observa-se que para todos os tipos de estruturas de tecidos, os comportamentos das curvas são equivalentes. Comprova-se desta forma que o comprimento do ponto é uma variável que não se altera de forma significativa, à medida que o tecido de malha adquire o seu estado de relaxamento total e, portanto, não é uma variável determinante na forma geométrica da laçada.

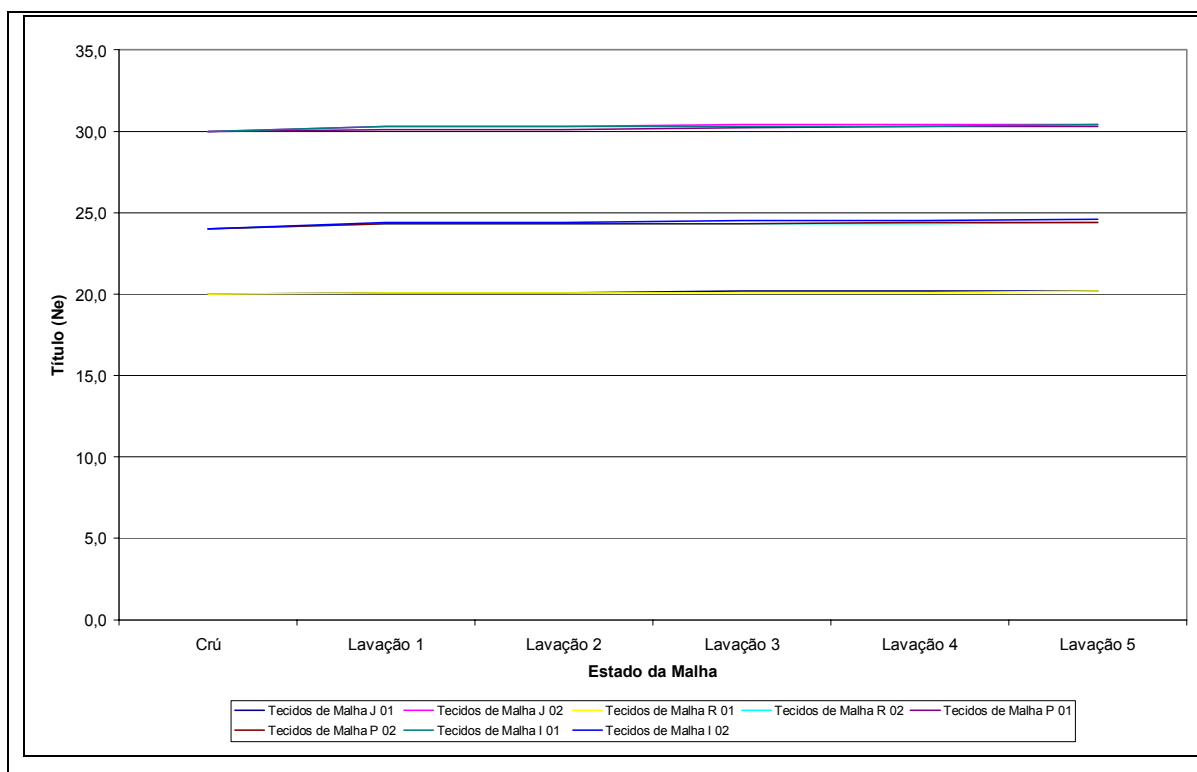
5.1.2 Título do fio

Mudanças ou variações nos títulos dos fios após as 5 lavagens e ciclos consecutivos de secagens caseiras, foram insignificantes em todas as 4 (quatro) estruturas investigadas, conforme a Tabela 5.10 e a Figura 5.2.

Tabela 5.10: Variação do título dos fios – Ne

| Estado da Malha | Tecidos de Malha | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | J 01 | J 02 | R 01 | R 02 | P 01 | P 02 | I 01 | I 02 |
| Cru | 20,0 | 30,0 | 20,0 | 24,0 | 30,0 | 24,0 | 30,0 | 24,0 |
| Lavação 1 | 20,1 | 30,3 | 20,1 | 24,3 | 30,1 | 24,3 | 30,3 | 24,4 |
| Lavação 2 | 20,1 | 30,3 | 20,1 | 24,3 | 30,1 | 24,3 | 30,3 | 24,4 |
| Lavação 3 | 20,2 | 30,4 | 20,1 | 24,3 | 30,2 | 24,3 | 30,3 | 24,5 |
| Lavação 4 | 20,2 | 30,4 | 20,1 | 24,3 | 30,3 | 24,4 | 30,3 | 24,5 |
| Lavação 5 | 20,2 | 30,4 | 20,2 | 24,4 | 30,3 | 24,4 | 30,4 | 24,6 |
| Valor Médio | 20,13 | 30,30 | 20,10 | 24,27 | 30,17 | 24,28 | 30,27 | 24,40 |
| Valor Máximo | 20,20 | 30,40 | 20,20 | 24,40 | 30,30 | 24,40 | 30,40 | 24,60 |
| Valor Mínimo | 20,00 | 30,00 | 20,00 | 24,00 | 30,00 | 24,00 | 30,00 | 24,00 |
| Dif. (minxmáx) % | 1,0 | 1,3 | 1,0 | 1,6 | 1,0 | 1,6 | 1,3 | 2,4 |
| DESVIO PADRÃO | 0,082 | 0,155 | 0,063 | 0,137 | 0,121 | 0,147 | 0,137 | 0,210 |

Fonte: O Pesquisador (2004).

**Figura 5.2: Variação do título dos fios – Ne**

Fonte: O Pesquisador (2004).

Os dados demonstram que o título do fio não se altera ao longo da eliminação das energias internas dos tecidos de malha, de forma a interferir na forma geométrica das laçadas e que o comportamento do título do fio é igual independentemente do tipo de estrutura do tecido de malha.

5.1.3 Fator geométrico da laçada (K_r)

A Tabela 5.11 e a Figura 5.3 ilustram as mudanças que a forma geométrica da laçada sofre após o tecido ser submetido ao processo de obtenção do seu Estado de Referência (ER), nas 4 (quatro) estruturas.

Tabela 5.11: Variação do fator K_r - (cursos/colunas)

| Estado da Malha | Tecidos de Malha | | | | | | | |
|---------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | J 01 | J 02 | R 01 | R 02 | P 01 | P 02 | I 01 | I 02 |
| Cru | 1,45 | 1,39 | 1,79 | 1,73 | 3,27 | 3,28 | 1,55 | 1,82 |
| Lavação 1 | 1,42 | 1,37 | 1,77 | 1,70 | 3,15 | 3,12 | 1,38 | 1,60 |
| Lavação 2 | 1,41 | 1,36 | 1,76 | 1,69 | 3,10 | 3,08 | 1,30 | 1,52 |
| Lavação 3 | 1,41 | 1,36 | 1,76 | 1,68 | 3,07 | 3,05 | 1,26 | 1,45 |
| Lavação 4 | 1,41 | 1,36 | 1,75 | 1,68 | 3,02 | 3,00 | 1,24 | 1,40 |
| Lavação 5 | 1,41 | 1,36 | 1,75 | 1,68 | 3,02 | 3,00 | 1,24 | 1,40 |
| Valor Médio | 1,42 | 1,37 | 1,76 | 1,69 | 3,11 | 3,09 | 1,33 | 1,53 |
| Valor Máximo | 1,45 | 1,39 | 1,79 | 1,73 | 3,27 | 3,28 | 1,55 | 1,82 |
| Valor Mínimo | 1,41 | 1,36 | 1,75 | 1,68 | 3,02 | 3,00 | 1,24 | 1,40 |
| Dif. % (Min x Máx) | 2,8 | 2,2 | 2,2 | 2,9 | 7,6 | 8,5 | 20,0 | 23,1 |
| DESVIO PADRÃO | 0,016 | 0,012 | 0,015 | 0,020 | 0,095 | 0,105 | 0,121 | 0,161 |

Fonte: O Pesquisador (2004).

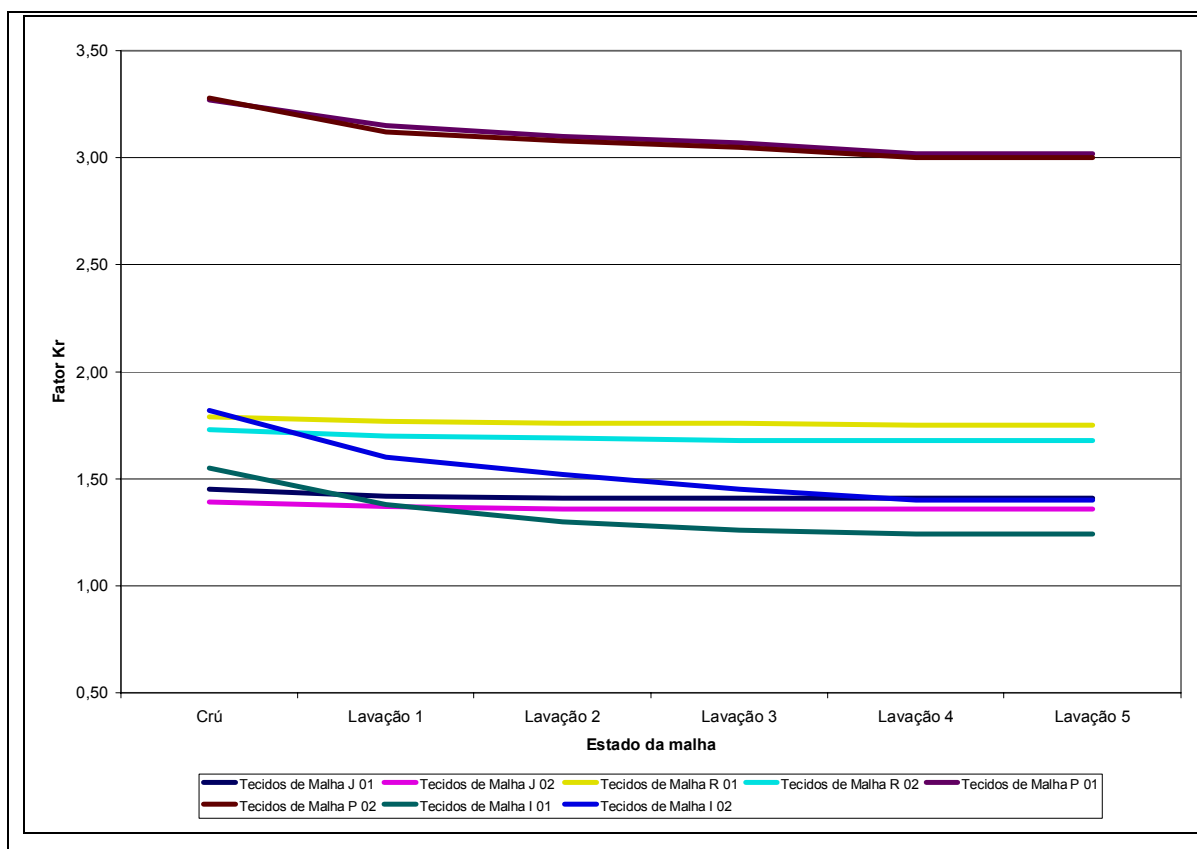


Figura 5.3: Variação do fator Kr - (cursos/columnas)

Fonte: O Pesquisador (2004).

Estes dados confirmam uma vez mais que, na maioria dos casos em que há uma alteração dimensional do tecido de malha, as causas são devidas às alterações da forma geométrica das laçadas ao invés de alterações no título do fio ou no comprimento da própria laçada. Confirmando assim o postulado de Munden (1959).

Os fatores K são a base do sistema de predição da performance dos tecidos de malha e são constantes obtidas de dados empíricos medidos no estado de referência dos tecidos. Quanto maior for a base de dados para a obtenção dos fatores K , tanto maior será a confiabilidade das predições.

O banco de dados foi concebido de modo a permitir atualizações e a inserção de novos dados, possibilitando que os resultados das simulações se tornem cada vez mais preciso, retratando assim a realidade de cada planta ou processo estudado.

Escolheu-se uma série de tecidos na estrutura de meia-malha, tecido em diferentes galgas e diferentes títulos, a fim de demonstrar a eficiência e eficácia do método proposto.

Estes tecidos foram processados na Cia. Hering e na Marisol S.A., na rota de tingimento em ecosoft e acabamento em secador com compactação ao final do processo. Todos estes tecidos de malha apesar de serem tecidos normais da linha de produção, foram testados e processados de acordo com os procedimentos e com as condições padrões anteriormente descritas. Apesar dos tecidos de malhas terem sido processados em empresas diferentes, teve-se o cuidado de se expressar todos os resultados em uma mesma base, utilizando-se por vezes de fatores de correção que foram conceituados como fatores de acabamento (F), pelas equações (3.4) e (3.5).

A seguir são apresentados os resultados obtidos, primeiramente na Tabela 5.12 compara-se os dados das constantes K , referentes aos tecidos usados na elaboração do simulador e em seguida na Tabela 5.13 os resultados dos lotes de produção.

Tabela 5.12: Valores *K* de elaboração do programa para os tecidos em meia-malha: J01 e J02 no E.R.

| Código do Tecido | Rota | Cursos / 3 cm | Colunas / 3 cm | Título (Ne) | Comprimento do Ponto (cm) | Kc | Kw |
|---|------|---------------|----------------|-------------|---------------------------|------|------|
| J01 | 1 | 51,6 | 37,6 | 20,3 | 0,324 | 5,57 | 4,06 |
| | 2 | 52,8 | 37,4 | | | 5,70 | 4,04 |
| | 3 | 51,9 | 37,8 | | | 5,60 | 4,08 |
| | 4 | 53,2 | 37,6 | | | 5,74 | 4,06 |
| Média Resultante Entre Todas as Rotas (a) | | | | | | 5,65 | 4,06 |
| J02 | 1 | 61,2 | 46,3 | 30,5 | 0,268 | 5,47 | 4,14 |
| | 2 | 62,5 | 45,9 | | | 5,58 | 4,10 |
| | 3 | 61,7 | 46,6 | | | 5,51 | 4,16 |
| | 4 | 63,0 | 46,2 | | | 5,63 | 4,13 |
| Média Resultante Entre Todas as Rotas (b) | | | | | | 5,55 | 4,13 |
| Média Entre as Rotas 4 (c) | | | | | | 5,68 | 4,09 |
| Média Resultante Final Entre Todas as Rotas ((a+b)/2)=(d) | | | | | | 5,60 | 4,09 |

Legenda:

Rota 1 = Tingimento em jet e acabamento em rama;

Rota 2 = Tingimento em ecosoft e acabamento em rama;

Rota 3 = Tingimento em jet e acabamento em secador com compactação;

Rota 4 = Tingimento em ecosoft e acabamento em secador com compactação.

Fonte: O Pesquisador (2004).

Algumas considerações são feitas a seguir: Embora diferentes rotas de processamento resultem em diferentes fatores *K*, quais são conseqüências que estas diferenças entre os fatores causam nos tecidos de malha em algodão?

Tome-se como exemplo a Tabela 5.12 e o tecido de malha J01. Observa-se que na rota 3 este tecido apresenta os mais altos valores de *K*. Para o mesmo tecido em cru, quando processado na rota 3, *K_w* assume o maior valor, indicando que há um número maior de colunas por centímetro no estado de referência deste tecido, quando comparado com o mesmo tecido se processado em outras rotas. O tecido de malha, neste caso, apresenta-se mais estreito que nos outros casos. Isto permite afirmar que o processo de tingimento em *jet* provoca uma maior tensão no sentido do comprimento do que o processo de tingimento em ecosoft. Este fato é confirmado quando se analisa a rota 4. Neste caso pode-se encontrar

o maior valor de K_c , que significa uma maior quantidade de cursos, ou seja, o tecido possui um menor comprimento se comparado com o mesmo tecido processado em outras rotas. Neste caso o processo da rota 4 proporciona ao tecido um menor estiramento no sentido do seu comprimento.

A fim de se obter o fator K que melhor define o comportamento dos tecidos de meia-malha na rota 4, foram observados em escala industrial nas empresas Marisol S.A. e Cia. Hering, mais 13 (treze) tecidos em meia-malha, em diferentes títulos e comprimentos de pontos.

Cada amostra do tecido de malha observado nas empresas supra citadas recebeu o código de “L” e os valores no E.R. são apresentados na Tabela 5.13.

Tabela 5.13: Valores de K para os tecidos em meia-malha de escala de produção no E.R.

| Código do Lote | Rota | Cursos / 3 cm | Colunas / 3 cm | Título (Ne) | Comprimento do Ponto (cm) | Kc | Kw |
|--|------|---------------|----------------|-------------|---------------------------|------|------|
| L1 | 4 | 53,0 | 37,1 | 20/1 | 0,330 | 5,83 | 4,08 |
| L2 | | 56,0 | 43,7 | 30/1 | 0,298 | 5,56 | 4,34 |
| L3 | | 60,9 | 45,7 | 30/1 | 0,270 | 5,48 | 4,12 |
| L4 | | 66,2 | 45,7 | 30/1 | 0,258 | 5,70 | 3,93 |
| L5 | | 55,1 | 37,8 | 20/1 | 0,320 | 5,88 | 4,03 |
| L6 | | 58,2 | 43,2 | 26/1 | 0,290 | 5,63 | 4,17 |
| L7 | | 39,2 | 29,1 | 12/1 | 0,428 | 5,60 | 4,15 |
| L8 | | 55,6 | 41,7 | 26/1 | 0,307 | 5,69 | 4,27 |
| L9 | | 38,1 | 29,7 | 24/2 | 0,441 | 5,61 | 4,36 |
| L10 | | 65,2 | 50,6 | 40/1 | 0,256 | 5,57 | 4,32 |
| L11 | | 46,5 | 34,1 | 16/1 | 0,376 | 5,83 | 4,28 |
| L12 | | 69,4 | 48,8 | 30/1 | 0,253 | 5,86 | 4,12 |
| L13 | | 59,4 | 45,5 | 30/1 | 0,268 | 5,31 | 4,06 |
| Média Resultante Final dos Lotes de Produção (e) | | | | | | 5,65 | 4,17 |

Fonte: O Pesquisador (2004).

Comparando-se as médias (c) e (e) dos valores K apresentados nas Tabelas 5.12 e 5.13, observa-se um K_c muito próximo dos lotes experimentais. Contudo um K_w superior em 8 (oito) décimos, indica que o tecido, quando produzido em escala industrial, nestas duas empresas, sofreram um maior

estiramento no sentido do comprimento, provocando um tecido mais estreito e, conseqüentemente, com um maior número de colunas.

Para buscar o K que melhor representa o desempenho dos tecidos de meia-malha na rota 4 e que será utilizado para a programação do modelo computacional, deve-se traçar a melhor curva através das equações de regressões lineares, apresentadas pelas Tabela 5.14 e pelas Figuras 5.4 e 5.5.

Tabela 5.14: Valores de K para a obtenção dos gráficos de regressão linear

| Código do Lote | Cursos / cm | Colunas / cm | Comprimento do Ponto (cm⁻¹) |
|-----------------------|--------------------|---------------------|---|
| L9 | 12,7 | 9,9 | 2,27 |
| L7 | 13,1 | 9,7 | 2,34 |
| L11 | 15,5 | 11,4 | 2,66 |
| L1 | 17,7 | 12,4 | 3,03 |
| J01 | 17,7 | 12,5 | 3,09 |
| L5 | 18,4 | 12,6 | 3,13 |
| L8 | 18,5 | 13,9 | 3,26 |
| L2 | 18,7 | 14,6 | 3,36 |
| L6 | 19,4 | 14,4 | 3,45 |
| L3 | 20,3 | 15,2 | 3,70 |
| L13 | 19,8 | 15,2 | 3,73 |
| J02 | 21,0 | 15,4 | 3,73 |
| L4 | 22,1 | 15,2 | 3,88 |
| L10 | 21,7 | 16,9 | 3,91 |
| L12 | 23,1 | 16,3 | 3,95 |

Fonte: O Pesquisador (2004).

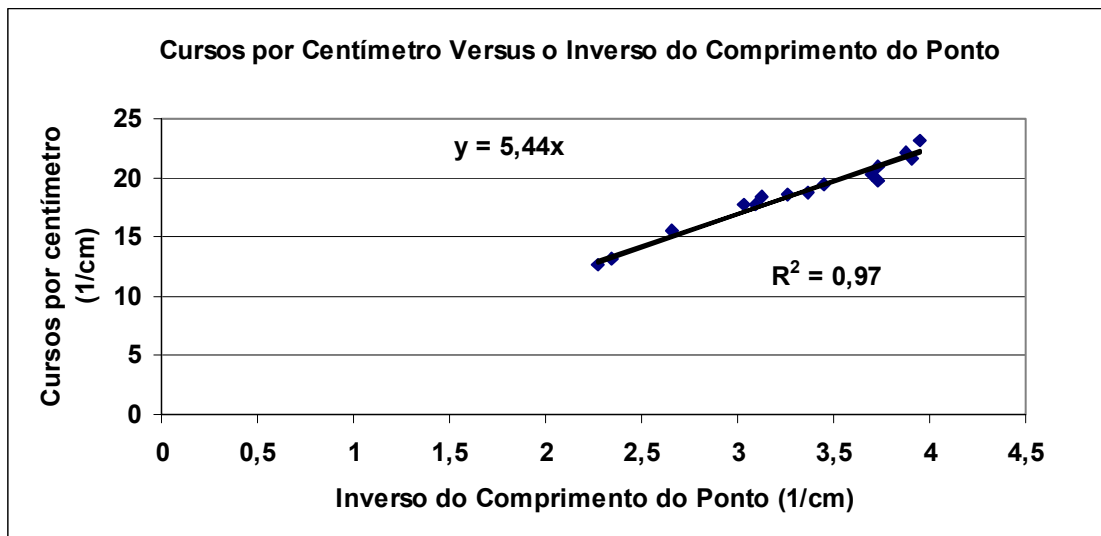


Figura 5.4: Gráfico de regressão linear referente à obtenção do K_c

Fonte: O Pesquisador (2004).

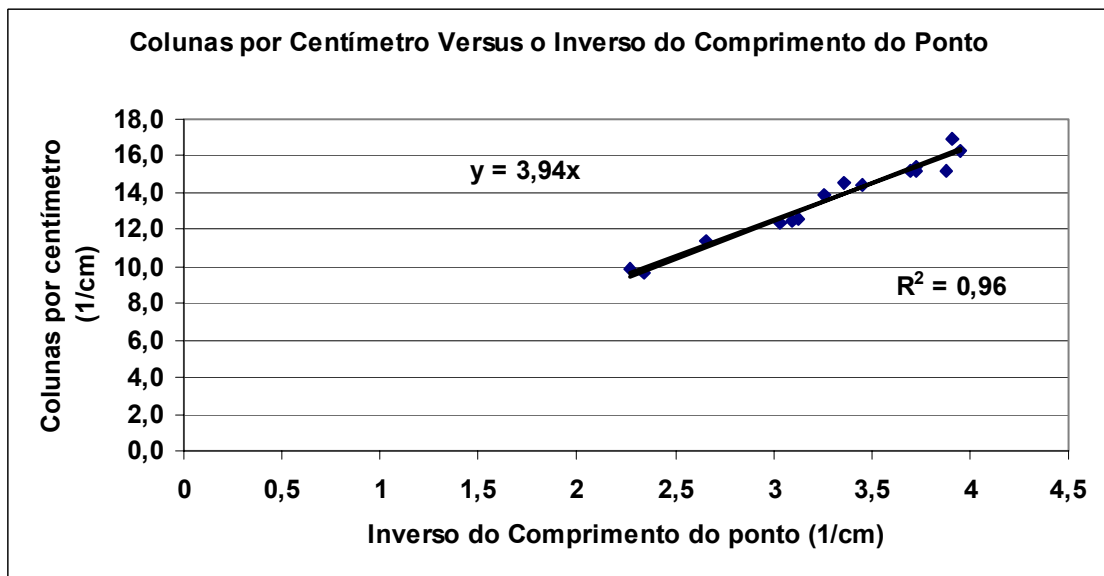


Figura 5.5: Gráfico de regressão linear referente à obtenção do K_w

Fonte: O Pesquisador (2004).

Onde:

$$K_c = \text{Cursos} \times l \quad (5.1)$$

$$K_w = \text{Colunas} \times l \quad (5.2)$$

Daí conclui-se ser o K_i o coeficiente angular das retas.

Desta forma:

$$K_c = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad (5.3)$$

Logo para a equação da Figura 4.1 o $K_c = 5,44$.

Da mesma forma se determina o K_w a partir da Figura 4.2 obtendo-se $K_w = 3,94$.

Em qualquer um dos dois casos onde as curvas foram ajustadas pelo método da regressão linear, observam-se valores de R-quadrado muito bons. Contudo, é sabido que quanto maior for o número de observações tanto maior será a precisão da curva ajustada.

5.2 Validação do programa de simulação

O programa computacional proposto pode ajudar todos os setores da indústria têxtil, da malharia ao confeccionista, no sentido resolver problemas associados ao projeto do tecido de malha em algodão.

Para a malharia em particular, pode economizar tempo e dinheiro quando houver necessidade de se desenvolver um novo tecido ou melhorar um já existente.

Por exemplo, um grande desafio corrente dos dias de hoje, é como responder rapidamente e positivamente a uma requisição de um tecido de malha de um cliente “*Private Label*”, em que o cliente estrangeiro determina os seus padrões de qualidade. Naturalmente são tecidos nunca antes fabricados por esta malharia. Neste caso, como a malharia pode responder precisamente se as condições necessárias para o atendimento desta solicitação sem antes fazer provas na produção?

A fim de se obter as respostas a esta questão, demonstra-se a seguir, passo a passo, um exemplo real de uma solicitação de um tecido em meia-malha,

para um cliente de exportação da empresa Marisol S.A. que aplicou as regras do programa de simulação.

- **Passo 1 - Exposição do Problema:**

Procurou-se obter e solicitar todas informações e objetivos requeridos pelo cliente como:

- tipo de tecido;
- estrutura do tecido;
- gramatura;
- encolhimento;
- toque;
- cor;
- amostra de contratipo para certificar-se se os dados solicitados não eram contraditórios.

É importante esclarecer não somente o índice de encolhimento aceito, mas também o tipo de teste que o cliente faz e se baseia para determinar o encolhimento das amostras, bem como as tolerâncias de todos os dados requeridos.

As especificações ficaram da seguinte forma:

- Tipo de tecido: tecido de malha circular em fibra de algodão cardado;
- Estrutura do tecido: meia-malha;
- Gramatura: 185 g/m² com tolerância de $\pm 5\%$;
- Encolhimento máximo: largura x comprimento = - 5% x - 5% ;
- Cinco lavagens caseiras e cinco secagens em máquina com tambor horizontal;
- Toque siliconado;
- Não forneceu amostra e solicitou que fosse encaminhada uma amostra de dois metros de tecido na cor azul royal para aprovação.

- **Passo 2 - Cálculos Preliminares:**

Antes de seguir para o programa computacional, é importante se fazer algumas considerações sobre as variáveis que alimentarão o programa:

- Fator de Cobertura x Comprimento do Ponto

Como visto no Capítulo 3 o *FC* para meia-malha varia de 15 a 17 e como o fator de cobertura é relação entre o título e o Comprimento do Ponto, tem-se que o Comprimento de Ponto pode variar entre:

- mínimo = 0,337 cm;
- máximo = 0,382 cm.

- Títulos dos Fios

Em virtude dos conceitos de grau de aperto ou *FC* dado pela Equação 4.12, temos a seguinte variação mínima e máxima de gramatura para um determinado título de fio:

- Fio 40/1 Ne = 121 a 135 g/m²;
- Fio 30/1 Ne = 140 a 157 g/m²;
- Fio 26/1 Ne = 151 a 169 g/m²;
- Fio 24/1 Ne = 157 a 176 g/m²;
- Fio 20/1 Ne = 172 a 192 g/m²;
- Fio 18/1 Ne = 181 a 202 g/m²;
- Fio 16/1 Ne ou 30/2 Ne = 191 a 213 g/m².

Neste caso foi utilizado o fio 18/1 Ne por disponibilidade no estoque da empresa.

- Tear

O tear geralmente é limitado pelo parque fabril do fabricante, mas como orientação pode se adotar a seguinte equação, com tolerância de + 5:

$$galga = \frac{100}{\sqrt{Tex}} \quad (5.4)$$

Neste caso o recomendável é um tear de galga 17 a 22 e foi utilizado um tear de galga 20 com o diâmetro de 30 polegadas.

O número de agulhas é dado teoricamente pela seguinte equação:

$$\text{Numerodeagulhas} = \text{galga} \times \text{diâmetro} \times \pi \quad (5.5)$$

Neste caso o número de agulhas do tear selecionado foi de 1884 agulhas.

- **Passo 3 - Entrada de Dados no Programa Computacional:**

Conforme a Figura 3.5 deu-se a entrada nos seguintes dados:

- Código da Amostra = L100, L101, L102, L103 E L104;
- Composição da Fibra = 100% algodão;
- Título do Fio = 18/1 Ne;
- Comprimento do Ponto = 0,382 cm, 0,370 cm, 0,358 cm, 0,347 cm e 0,337 cm;
- Número de Agulhas = 1884.

- **Passo 4 - Comparação dos Dados Obtidos através do Programa com os requisitos do Cliente:**

Na Figura 5.6 são apresentados os resultados obtidos pela simulação, onde pode-se comprovar a gramatura predita pelo software e o requerido pelo cliente (secção 5.2).

| Estado de Referência | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------|------------------|------------|-------------|------------------|------|------|-------|------|--------|-----------------------|-------|
| TESTES | Títulos | Tamanho do Ponto | Cursos/3cm | Colunas/3cm | Largura Tub (cm) | kc | kw | ks | k | g/m2 | N. de Ag | L.F.A |
| L100 | 18,00 | 0,382 | 42,72 | 30,94 | 91,33 | 5,44 | 3,94 | 21,43 | 1,38 | 184,07 | 1884 | 7,20 |
| L101 | 18,00 | 0,370 | 44,11 | 31,95 | 88,46 | 5,44 | 3,94 | 21,43 | 1,38 | 190,04 | 1884 | 6,97 |
| L102 | 18,00 | 0,358 | 45,59 | 33,02 | 85,59 | 5,44 | 3,94 | 21,43 | 1,38 | 196,41 | 1884 | 6,74 |
| L103 | 18,00 | 0,347 | 47,03 | 34,06 | 82,96 | 5,44 | 3,94 | 21,43 | 1,38 | 202,63 | 1884 | 6,54 |
| L104 | 18,00 | 0,337 | 48,43 | 35,07 | 80,57 | 5,44 | 3,94 | 21,43 | 1,38 | 208,65 | 1884 | 6,35 |
| | | | | | | | | | | | Encolhimento Desejado | |
| | | | | | | | | | | | Largura | 5 |
| | | | | | | | | | | | Comprimento | 5 |
| Resultados no Estado Acabado | | | | | | | | | | | | |
| TESTES | Títulos | Tamanho do Ponto | Cursos/3cm | Colunas/3cm | Largura Tub (cm) | kc | kw | ks | kr | g/m2 | N. de Ag | L.F.A |
| L100 | 18,00 | 0,382 | 40,59 | 29,40 | 96,14 | 5,17 | 3,74 | 19,34 | 1,38 | 166,12 | 1884 | 7,20 |
| L101 | 18,00 | 0,370 | 41,90 | 30,35 | 93,12 | 5,17 | 3,74 | 19,34 | 1,38 | 171,51 | 1884 | 6,97 |
| L102 | 18,00 | 0,358 | 43,31 | 31,37 | 90,10 | 5,17 | 3,74 | 19,34 | 1,38 | 177,26 | 1884 | 6,74 |
| L103 | 18,00 | 0,347 | 44,68 | 32,36 | 87,33 | 5,17 | 3,74 | 19,34 | 1,38 | 182,88 | 1884 | 6,54 |
| L104 | 18,00 | 0,337 | 46,01 | 33,32 | 84,81 | 5,17 | 3,74 | 19,34 | 1,38 | 188,30 | 1884 | 6,35 |

Figura 5.6: Resultados obtidos pela simulação de dados no programa computacional

Fonte: O Pesquisador (2004).

• Passo 5 - Classificação dos Dados:

Caso os dados fornecidos pelo programa não tenham atendido os parâmetros do projeto inicial, deve-se, como indica o fluxograma da Figura 4.1, fazer-se uma nova reentrada de dados das variáveis iniciais.

Tem-se que ter sempre em mente que os dados fornecidos pelo programa computacional, são uma média e portando são dados aproximados.

Neste caso foi selecionado o parâmetro de L104 para a produção da amostra, por ter uma gramatura próxima, porém superior, já que é sempre desejável, por parte do cliente, receber acima do peso.

• Passo 6 - Produção da Amostra:

Foram produzidos dois rolos de 25 kg na rota 4 na cor azul Royal, acabado com amaciantes a base de micro-emulsão de silicone.

Obteve-se os seguintes dados:

Tabela 5.15: Comparativo entre os dados de produção e dados do programa

| Amostras | Cursos/ 3cm | Colunas/ 3cm | Gramatura | Largura Tubular (cm) | A.D. %C | A.D. %L |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------------------|----------------|-----------------|
| L104 Produção | 46,5 | 34,0 | 191,0 | 84,0 | -5,2 | -4,8 |
| L104 Programa | 46,01 | 33,32 | 188,30 | 84,81 | -5 | -5 |
| Diferenças (%) | 1,06 | 2,04 | 1,43 | - 0,96 | 0,2 ptos. % | -0,2 ptos. % |
| Exigências do cliente | - | - | 185,0 | - | -5,0 | -5,0 |

Fonte: O Pesquisador (2004).

Observa-se uma excelente reprodutibilidade dos dados obtidos no lote experimental com os dados do programa e com as necessidades do cliente.

O último passo é submeter as amostras ao laboratório do cliente e esperar pela aprovação, em caso de aprovação, preencher as fichas técnicas e encaminhar à produção para posterior controle no processo.

Encontram-se no Anexo D as telas do programa, passo a passo, com a simulação do pedido exemplificado.

5.3 Validação do programa para rotas diferentes da rota 4

Fica claro, após estas considerações e análises dos dados das tabelas anteriores, que o acabamento de qualquer tecido após o processo nas quatro rotas estudadas, resultarão em tecidos diferentes em termos de encolhimento, largura, gramatura e toque. Logo, as curvas dadas pelas Equações 5.4 e 5.5 são

aplicáveis quando o tecido estudado for processado em uma rota diferente da equação dada por estas curvas. Se for desejável que um determinado tecido processado em rotas diferentes venha a ter os mesmos padrões de acabamento será, portanto, necessário que o tecido seja produzido de forma diferente nos teares e que seja utilizado o método de correção dos fatores F , explanado no Capítulo 3. Neste caso o simulador aqui proposto poderá ser muito útil.

Como exemplo, será feita uma simulação de um tecido de meia-malha, no programa computacional, utilizando-se diferentes K 's.

Tabela 5.16: Demonstração do desempenho do tecido de malha J01 no E.R. quando acabada com diferentes K 's

| Descrição | K_c | K_w | Cursos/3cm | Colunas/3cm | Gramat. (g/m ²) | Larg. (cm) | L.F.A. |
|------------|-------|-------|------------|-------------|--------------------------------|---------------|--------|
| J01 Rota 4 | 5,74 | 4,06 | 53,15 | 37,59 | 206,18 | 90,50 | 7,35 |
| J01 Rota 1 | 5,57 | 4,06 | 51,57 | 37,59 | 200,07 | 90,50 | 7,35 |
| J01 Rota 2 | 5,70 | 4,04 | 52,78 | 37,41 | 203,73 | 90,94 | 7,35 |
| J01 Rota 3 | 5,60 | 4,08 | 51,85 | 37,78 | 202,14 | 90,05 | 7,35 |

Fonte: Dados obtidos através do cálculo do simulador (2004).

Torna-se evidente que se houver uma necessidade de produzir este tecido em uma rota diferente daquela em que este foi desenvolvido, e desejando-se que os padrões de encolhimento, gramatura e largura sejam mantidos, deve-se ajustar o tecido na malharia e utilizar o fator F , conforme demonstrado na Tabela 5.17 a seguir:

Tabela 5.17: Fator de correção para o tecido de malha J01

| Malha | Rota | <i>Cf</i> | <i>Cg</i> | <i>Fc</i> | <i>Wf</i> | <i>Wg</i> | <i>Fw</i> |
|-------|----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| J01 | 1 | 51,6 | 54,9 | 0,93 | 37,6 | 38,5 | 0,97 |
| | 2 | 52,8 | 54,9 | 0,96 | 37,4 | 38,5 | 0,97 |
| | 3 | 51,9 | 54,9 | 0,94 | 37,8 | 38,5 | 0,98 |
| | 4 | 53,2 | 54,9 | 0,97 | 37,6 | 38,5 | 0,97 |

Fonte: O Pesquisador (2004).

Onde:

- *Fc* = Fator de acabamento dos cursos;
- *Cf* = Cursos no E.R. quando o tecido estiver no estado acabado;
- *Cg* = Cursos no E.R. quando o tecido estiver no estado cru;
- *Fw* = Fator de acabamento das colunas;
- *Wf* = Colunas no E.R. quando o tecido estiver no estado acabado;
- *Wg* = Colunas no E.R. quando o tecido estiver no estado cru.

Uma vez mais se comprova que a rota 4 é a que menos influencia no estado de referência do tecido de malha, por ter os coeficientes *F*'s muito próximos de 1.

Produtores de tecidos 100% algodão devem, portanto, utilizar algum método de predição para determinar se conseguirão atender as exigências de qualidade determinadas pelo seu mercado ou cliente, sem a necessidade de utilizar lotes experimentais em produção, economizando assim tempo e dinheiro.

A grande diferença deste projeto com os outros programas disponíveis no mercado, neste caso o que mais se aproxima é o programa “Starfish”, é que este programa computacional permite às indústrias têxteis o entendimento do que acontece com o tecido de malha quando processado especificamente em suas máquinas. O programa computacional desenvolvido permite ainda criar um modelo específico para cada empresa, particularizando-se equações, o banco de

dados e a memória de cálculo através de planilhas eletrônicas. Enquanto o programa “Starfish” utiliza um grande banco de dados extraído de organizações do mundo todo. Apesar disso em muitos casos, a particularidade de uma indústria ou de um processo pode não estar sendo contemplada neste grande banco de dados, o que poderia comprometer a previsão.

Outra diferença que se observa neste projeto com o programa “Starfish”, está no fato do programa “Starfish” introduzir uma variável a mais no seu modelo matemático, que é o diâmetro do fio, através da raiz quadrada do título do fio na unidade Tex. Enquanto o modelo aqui desenvolvido, segue a linha de raciocínio postulada por Munden (1959) onde este parâmetro não é considerado.

Não se discute aqui, a validade das duas teorias e sim mostra-se o fato de que o programa e o método aqui proposto tem a sua aplicabilidade validada e mostra-se muito eficaz em suas previsões, para as condições estudadas.

Para comprovar o que tem sido afirmado, foram realizados mais alguns ensaios. Primeiramente foi utilizado no simulador com o fator K da média geral da rota 4 para quatro diferentes tipos de tecido de meia-malha em algodão, diferenciando-se nos títulos, nos comprimentos de pontos e nas galgas das máquinas. Em seguida foram produzidos lotes experimentais com as regulagens de malharia propostos pelo simulador, tintos em cores consideradas médias e comparados os resultados dos testes de produção com os resultados previstos pelo simulador.

Tabela 5.18: Comparação de dados no E.R. entre o simulador e lotes experimentais para diferentes títulos, comprimento de ponto e tear

| Amostragem | Cód. do Lote | C.P | Ne | Curso s / 3 cm | Cols / 3 cm | Kr * | Gramat. (g/m ²) | Larg. (cm) | AD % C | AD % L |
|--------------------|--------------|-------|------|----------------|-------------|-------------|-----------------------------|------------|--------|--------|
| Lote Experimental | L14 | 0,320 | 20,0 | 52,0 | 36,0 | 1,44 | 190,0 | 156,0 | -6 | -5 |
| Dados do Algoritmo | | | | 51,0 | 36,9 | 1,38 | 197,8 | 152,0 | -5 | -5 |
| Desvio Padrão | | | | 0,7 | 0,7 | 0,05 | 5,5 | 2,8 | 0,7 | 0,0 |
| Lote Experimental | L15 | 0,280 | 26,0 | 59,0 | 42,0 | 1,40 | 167,0 | 162,0 | -5 | -5 |
| Dados Do Algoritmo | | | | 58,0 | 42,2 | 1,38 | 173,9 | 161,0 | -5 | -5 |
| Desvio Padrão | | | | 0,7 | 0,1 | 0,02 | 4,8 | 0,7 | 0,0 | 0,0 |
| Lote Experimental | L16 | 0,261 | 30,0 | 62,0 | 45,0 | 1,38 | 154,0 | 176,0 | -5 | -4 |
| Dados Do Algoritmo | | | | 62,2 | 45,3 | 1,38 | 161,6 | 175,0 | -5 | -5 |
| Desvio Padrão | | | | 0,2 | 0,2 | 0,00 | 5,4 | 0,7 | 0,0 | 0,7 |
| Lote Experimental | L17 | 0,266 | 40,0 | 59,0 | 46,0 | 1,28 | 115,0 | 172,0 | -7 | -8 |
| Dados Do Algoritmo | | | | 61,4 | 44,5 | 1,38 | 119,0 | 178,0 | -6 | -6 |
| Desvio Padrão | | | | 1,7 | 1,1 | 0,07 | 2,8 | 4,2 | 0,7 | 1,4 |

* Valores obtidos com o K da Curva de Regressão Linear – Kc = 5,44 e Kw = 3,94 e C.P = Comprimento do ponto em centímetros.

Fonte: O Pesquisador (2004).

Um aspecto importante no estudo descritivo de um conjunto de dados, é o da determinação da variabilidade ou dispersão desses dados, relativamente à medida de localização do centro da amostra. Supondo ser a média, a medida de localização mais importante, será relativamente a ela que se define a principal medida de dispersão – o desvio padrão.

O desvio padrão é uma medida que só pode assumir valores não negativos e quanto maior for, maior será a dispersão dos dados. Algumas

propriedades do desvio padrão, que resultam imediatamente da definição, são: o desvio padrão será maior, quanto mais variabilidade houver entre os dados e se o desvio padrão for igual a zero, então não existe variabilidade, isto é, os dados são todos iguais.

Dessa forma pode-se concluir através da análise da Tabela 5.18 que o modelo proposto possui uma excelente confiabilidade visto que o desvio padrão do Kr é muito próximo a zero.

Como já foi visto anteriormente pela equação 2.7, o fator Kr é a constante que revela a forma geométrica da laçada. Uma vez que as Alterações Dimensionais dos tecidos são dependentes diretamente da geometria que a laçada assume durante todo o processo, é correto afirmar que o modelo matemático apresentado retrata fielmente o comportamento do tecido de malha para esta realidade fabril.

O programa computacional representa um modelo matemático com base em dados empíricos finitos e por este fato contém variações randômicas. Os resultados obtidos da simulação são baseados em médias onde parte-se da premissa que existe uma padronização na produção do tecido de malha, tanto na Malharia quanto no Beneficiamento. Contudo, é sabido que variações ocorrem no cotidiano das empresas, seja na matéria-prima, seja na produção ou nos testes e ensaios laboratoriais. Portanto, é esperado existir uma flutuação dos resultados. É importante, pois, que sejam criadas as condições de controle de processo e do produto, para garantir uma flutuação mínima nas predições.

Para melhor visualizar as afirmações, na Figura 5.7 abaixo pode ser verificado que os resultados obtidos do programa de simulação desenvolvido tem uma excelente reprodutibilidade, ressaltando-se, mais uma vez, que os lotes experimentais foram produzidos na mesma rota onde o simulador foi desenvolvido e nas condições padrões determinada por este trabalho.

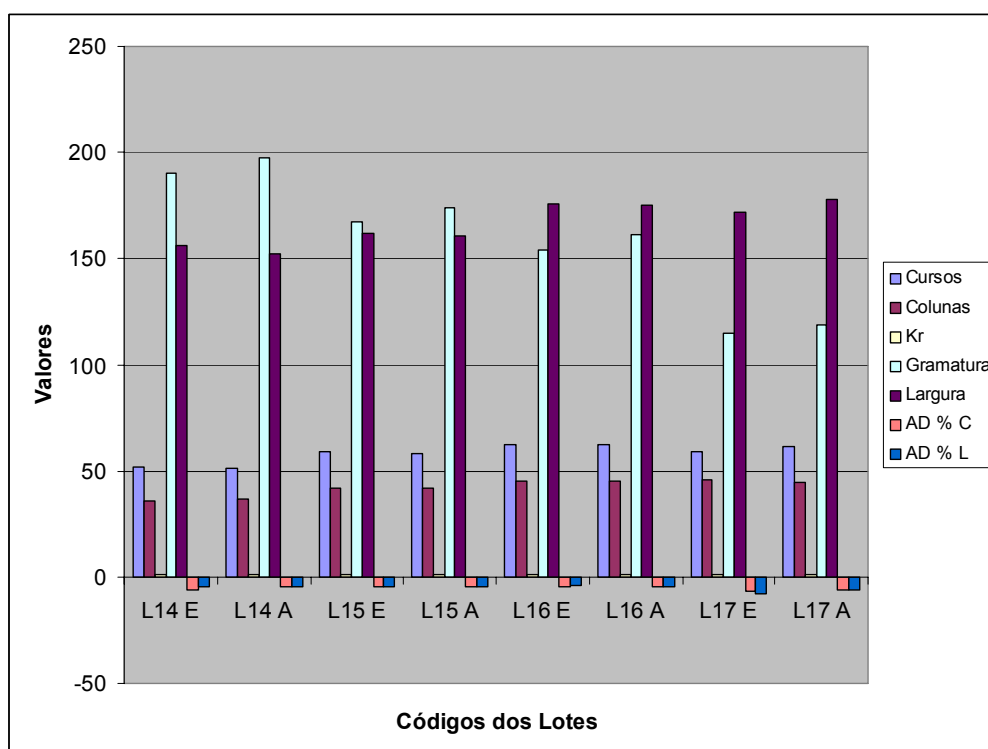


Figura 5.7: Comparativo de gramaturas entre a simulação e o dado prático

Fonte: O Pesquisador (2004).

Para se obter dados tão confiáveis quanto os da Figura 5.7, são necessários os cuidados abaixo relacionados:

- qualidade assegurada no recebimento do fio - controle das características do fio que se está utilizando;
- qualidade assegurada na Malharia - controle das variáveis do processo de tecimento;
- qualidade assegurada no Beneficiamento - controle das variáveis do processo de tingimento e acabamento;
- qualidade assegurada nos testes e ensaios laboratoriais – realizá-los conforme as normas e dentro das condições padrões estabelecidos no projeto;
- conhecimento dos K 's de cada máquina de tingimento e de acabamento.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Introdução

O capítulo final deste trabalho tem como objetivo principal validar o modelo pela confirmação das hipóteses formuladas no capítulo de introdução, além de relatar o cumprimento dos objetivos gerais e específicos lá listados e apresentar recomendações para trabalhos futuros relacionados ao tema. A confirmação da hipótese central, de que “como o algodão é uma fibra que possui propriedades físicas que se alteram de forma permanente somente pelas variáveis de malharia e de beneficiamento, uma vez que estas variáveis sejam conhecidas e controladas, as dimensões dos tecidos de malha em algodão podem vir a ser previstos antes mesmo de serem produzidos”, se dá a partir de três conclusões:

a) a comprovação da hipótese secundária, de que as tensões residuais dos tecidos de malha em 100% de algodão, somente são totalmente liberadas, caso o artigo seja submetido consecutivamente a diversas lavagens e secagens em máquina rotativa. Com isto, garante-se a coerência do modelo de predição proposto, e assegura, assim, a qualidade das recomendações formuladas no fim do Capítulo 5;

b) a evidência sobre a qualidade do modelo de predição proposto para projetar tecidos de malha com alto grau de exigência por parte de clientes estrangeiros, expressa pela medição da coerência entre os resultados da aplicação do modelo e a realidade dos dados de lotes de produção das empresas estudadas. Dessa forma, garante-se a coerência do modelo de predição proposto, e assegura-se assim, a performance das empresas que aplicam o modelo, tornando-as mais competitivas e habilitadas a exportar para mercados exigentes por qualidade e por agilidade nos desenvolvimentos dos produtos;

c) pela consistência dos resultados obtidos da aplicação do conceito das constantes K , teorizadas por Munden em 1959, onde o fator geométrico das laçadas é a constante determinante das alterações dimensionais que o tecido assume, tão logo as tensões residuais sejam liberadas.

O presente Capítulo se inicia com uma síntese das etapas do trabalho científico realizado, desde a questão central, passando pelas etapas planejadas e realizadas para se obterem as respostas. Relata detalhadamente a contribuição original do trabalho, que consistiu no desenvolvimento de um modelo de predição da alteração dimensional dos tecidos de malha em 100% de algodão, que se aplicado dentro das indústrias têxteis catarinenses, darão agilidade e assertividade nos desenvolvimentos de seus produtos, principalmente para mercados de alta exigência por qualidade nos produtos, serviços e informações. Além disso, apresenta as evidências que permitiram confirmar a hipótese geral do trabalho, descritas no parágrafo anterior e a consistência dos resultados da aplicação do modelo à indústria local. O Capítulo resume, ainda, os demais resultados obtidos da aplicação do modelo.

Tendo confirmado a hipótese central e evidenciado o atendimento aos objetivos específicos ao final das conclusões, encaminha-se para o atendimento do objetivo geral proposto, fazendo referência aos pontos do trabalho onde os temas foram explorados em profundidade. O Capítulo encerra trazendo algumas recomendações para trabalhos futuros relacionados ao tema da estabilidade dimensional dos tecidos de malha, que venham a expandir as limitações do presente trabalho, apresentadas no Capítulo 1.

6.2 Etapas realizadas e contribuição original do trabalho

Este trabalho partiu de uma questão central, qual seja: “é possível prever o comportamento dimensional de um tecido de malha em 100% de algodão, através de um modelo matemático, de forma a ser aplicado na prática das indústrias do Vale do Itajaí e do Vale do Itapocu, a fim de torná-las competitivas no mercado internacional?”

Para estruturar o trabalho científico, buscou-se conhecimento disponível na revisão bibliográfica de três temas centrais: conjuntura e posicionamento da indústria têxtil nacional, diante de um mercado competitivo e globalizado; conhecimento e aplicação da tecnologia têxtil e estudos anteriores sobre a estabilidade dimensional dos tecidos de malha. No Capítulo 2 e nos Anexos A e B, foram relatadas as transformações havidas no ambiente do mercado têxtil nacional e internacional, buscando identificar os requisitos que os clientes e os consumidores levam em consideração quando da decisão de compra de um produto e as características dos sistemas produtivos têxteis capazes de competir no ambiente internacional. Ressaltou-se a importância da indústria têxtil, tanto na economia internacional quanto na nacional. Enfatizaram-se nos Anexos A e B a necessidade da busca de estratégias de inovação tecnológica e o gerenciamento da cadeia produtiva, como vantagem competitiva a ser desenvolvida. Ainda no Capítulo 2, foram descritos o posicionamento do setor da indústria têxtil e objeto deste trabalho, dentro da cadeia produtiva têxtil. Foram amplamente discutidos, os conceitos básicos das tecnologias têxteis, necessários para se ter o entendimento da questão central. Focaram-se principalmente nos processos de manufatura das fibras naturais e do processamento têxtil dos tecidos de malha em 100% algodão. Por fim, foi introduzido o conceito de estabilidade dimensional, o histórico dos trabalhos científicos até então realizados neste campo e os fatores ou variáveis que influenciam diretamente sobre a alteração dimensional dos tecidos de malha em algodão. Buscou-se enfatizar o conceito de estado de referência ou estado de completo relaxamento de tensões dos tecidos de malha.

O passo seguinte foi o de demonstrar quais foram os métodos e experimentos utilizados para a obtenção das constantes que definem a forma geométrica das laçadas e por consequência determinam matematicamente o comportamento dos tecidos de malha durante os processos fabris e durante a fase da estabilidade total ou do estado de referência. Houve a necessidade de se fazer considerações adicionais a respeito das variáveis de malharia e de beneficiamento, visto que são variáveis que interferem direta ou indiretamente sobre o modelo matemático apresentado e que, portanto, devem estar sobre restrito controle operacional durante a fase de aplicação prática do modelo proposto.

No Capítulo 4, demonstrou-se de que forma o modelo matemático transformou-se em um algoritmo computacional, apresentando-se as telas do programa, bem como as fórmulas e no Anexo C, o “*Help*” do mesmo.

Completadas essas fases, foram conduzidos os ensaios e testes dos lotes experimentais em amostras representativas de duas indústrias têxteis catarinenses. Os dados coletados foram introduzidos no banco de dados do modelo matemático e foram processadas segundo os procedimentos para análise de dados descritos no item 5.1 – obtenções dos valores K. Obtidos os valores que alimentam o algoritmo computacional, buscou-se validar o programa de simulação através de um exemplo prático, ou seja, o desenvolvimento de um tecido de malha para um cliente internacional de uma das empresas estudadas. Os dados de entrada foram inseridos no programa, conforme o Fluxograma 4.1 e as telas do programa que confirmam os dados obtidos estão demonstradas nas Figuras 6.1, a seguir:

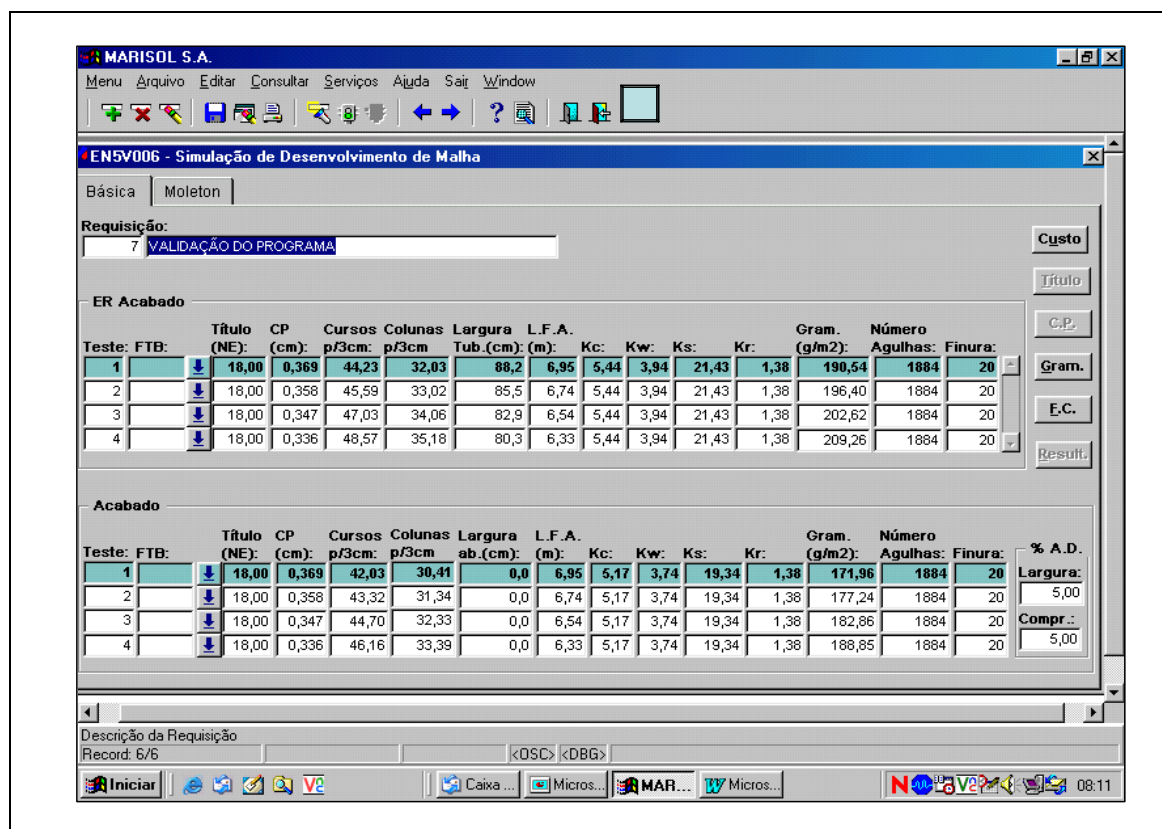


Figura 6.1: Validação do programa computacional

Fonte: O Pesquisador (2004).

6.3 Atendimento dos objetivos propostos

Como conclusão final, pode-se afirmar que os 6 (seis) objetivos específicos propostos ao início deste trabalho foram amplamente atendidos nos seguintes aspectos:

a) estudar o mecanismo de encolhimento dos tecidos de malha em algodão, de forma teórica e experimental depois de repetidas lavagens das amostras: este objetivo foi atendido com a revisão bibliográfica apresentada no Capítulo 2 e com o desenvolvimento do modelo apresentado nos Capítulos 3 e 4. Por fim através dos resultados dos ensaios demonstrados pelas Tabelas 5.9 a 5.11, pode-se observar a performance dos tecidos após as 5 (cinco) lavagens e a coerência dos resultados com a teoria proposta por Munden (1959);

b) desenvolver a compreensão do fenômeno físico e mecânico que ocorre no processo de relaxamento do tecido de malha, provocando o encolhimento e possíveis torções das costuras laterais dos artigos confeccionados: este objetivo foi atendido com as explicações dadas no item 2.8 do Capítulo 2 e por fim no Capítulo 5 com os resultados proporcionados pelas Figuras 5.1 a 5.3, que determinam o comportamento do tecido de malha através da variação do fator Kr e das características do título do fio e do comprimento do ponto. Fica claro, que o fator Kr é o responsável pela forma geométrica que o tecido de malha assume após sucessivas lavagens e durante a sua manufatura;

c) provar através de ensaios e modelos matemáticos que estes processos de relaxamento tidos como encolhimento são previsíveis e, portanto, são passíveis de ser controlado antes mesmo dos artigos serem produzidos: este objetivo foi cumprido com a validação do programa computacional, demonstrando uma simulação feita no algoritmo computacional e comprovando os resultados de maneira prática, como pode ser observado no Capítulo 5, item 5.2;

d) criar um banco de dados com parâmetros de processo de produção de tecido de malha de algodão: este objetivo foi cumprido e pode ser comprovado através das Tabelas 5.1 a 5.8 e Tabela 5.14 que juntas possibilitaram a formulação das equações de regressão por dados com parâmetros de processo de produção real e prática de duas empresas catarinenses;

e) gerar previsões quanto ao comportamento do tecido confiáveis, pela técnica de simulação, diminuindo os custos com testes reais no processo industrial: este objetivo foi cumprido da mesma forma que o objetivo no objetivo (c), onde nas Tabelas 5.15, 5.16 e 5.18 observam-se variações e desvios padrões extremamente baixos, comprovando a aceitabilidade das previsões;

f) formular um conceito de processo ideal para a manufatura dos tecidos de malha em algodão, definindo e determinando os parâmetros e as variáveis relevantes: este objetivo foi cumprido quando se avaliou a interferência das rotas de produção, no item 5.1. Na Tabela 5.12 quando se comparou os dados das constantes K , referentes aos tecidos usados na elaboração do simulador e na Tabela 5.13 com os resultados dos lotes de produção. Conclui-se que o processo ideal para o tecido de malha em algodão é aquele proporciona uma menor tensão residual e, portanto, um fator geométrico de laçadas com menor variação possível entre o início e o fim do processo de manufatura.

De forma resumida, fica demonstrado através deste estudo que uma vez que se conheça o estado de referência de um tecido de malha em algodão e que se tenha o domínio das variáveis de processo, o fator K pode ser estabelecido e, portanto, as qualidades finais do produto podem ser previamente calculadas e estipuladas sem necessidade de se gerar custos e desperdícios com lotes experimentais.

O programa computacional desenvolvido pode assistir as empresas têxteis, desde a malharia até o confeccionista, em resolver muito dos problemas relacionados com o projeto e as especificações do tecido de malha, economizando tempo e dinheiro quando do desenvolvimento ou melhoramento de qualidade do tecido de malha para os seus clientes.

A grande maioria das indústrias têxteis desenvolvem seus tecidos de malha, baseadas apenas na experiência do seu corpo técnico de colaboradores e/ou na “tentativa e erro”.

O que gera um alto custo e um tempo demasiadamente longo, ocupando máquinas de produção, utilizando matéria-prima, produtos/insumos, água e energia, muitas vezes, desnecessariamente.

O trabalho aqui proposto, minimiza ou em muitos casos elimina os efeitos acima mencionados, proporcionando uma resposta rápida ao cliente, com economia, assertividade e sendo ecologicamente correto.

O trabalho também proporciona informações importantes para o entendimento do comportamento dos tecidos de malha em algodão ao longo de todo o processo produtivo, o que pode motivar a partir daí futuros trabalhos que venham a contribuir para aumentar o nível de competitividade das empresas Brasileiras.

Confirmadas as hipóteses central e secundária, e atendidos todos os objetivos específicos propostos, pode-se afirmar que o objetivo geral do trabalho, qual seja, o de criar um “modelo capaz de prever o comportamento dimensional de um tecido de malha em 100% de algodão, através de um algoritmo, de forma a ser aplicado na prática das indústrias do Vale do Itajaí e do Vale do Itapocu, a fim de torná-las competitivas no mercado internacional”, foi plenamente satisfeito.

6.4 Recomendações para trabalhos futuros

O presente estudo trabalhou com limitações com relação ao âmbito do modelo utilizado como base do estudo, restrito a 4 (quatro) estruturas de tecidos de malha em 100% de algodão, não explorando outras estruturas ou outros tipos de fibras. Outra limitação está quanto ao processamento dos lotes experimentais, neste ínterim, o modelo foi ampliado para 4 (quatro) rotas de acabamento.

Recomenda-se, que seja ampliado os tipos de estruturas e o número de rotas de acabamento. Recomenda-se ainda que se verifique a viabilidade da aplicação deste modelo em outros tipos de fibras. Portanto, fica também a proposta de testar esta metodologia em outros tecidos e com outras composições que não somente o algodão.

Ainda, como proposta para estudos posteriores fica a questão conflitante entre o projeto aqui apresentado e o programa comercial “*Starfish*” disponível no mercado, ou seja, o projeto deste estudo baseia-se somente no fator K , enquanto

o projeto “*Starfish*” alia ao seu modelo matemático a variação de diâmetro que o fio apresenta durante e depois do processo de tingimento e acabamento do tecido de malha.

Por fim, propõe-se para estudos futuros o estudo das seções transversais dos tecidos e a criação de alguns modelos geométricos de estruturas a fim de explicar o comportamento das alterações das laçadas e dos tecidos ao longo do processo produtivo, utilizando técnicas de análises de imagens.

REFERÊNCIAS

ABRAPA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO.

Disponível em: <<http://www.abrapa.org.br>>. Acessado em: 2003.

ABRAVEST ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VESTUÁRIO. Serviços de Banco de Dados. Disponível em: <<http://www.abravest.org.br>>. Acessado em: dez. 2003.

AGUIAR NETO, Pedro Pita. Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil. **Fibras têxteis**. Rio de Janeiro: SENAI-CETIQT, 1996. 2v.

ALFIERI, Paulo. Apostila da Disciplina de Fibras Têxteis. Curso de Engenharia Têxtil, Faculdade de Engenharia Industrial. 1991.

ANÁLISE Setorial: Fiação, Tecelagem e Malharia. Gazeta Mercantil. São Paulo, 1999.

ANDRADE FILHO, J. F. et al. **Introdução à tecnologia têxtil**. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, 1987.

APOSTILAS DE TECNOLOGIA TÊXTIL. CONHECIMENTOS BÁSICOS. Rio de Janeiro: SENAI/CETQT, 1995.

ARAÚJO, M.; CASTRO, E.M.M. **Manual de engenharia têxtil**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986-87.

BLACK, D.H. *Textile Research Journal*, n. 44, p. 606, 1974.

BNDES BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Indicadores de produção e de exportação. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/>> . Acessado em: mar. 2002.

BROADBENT, A. D. **Basic principles of textile coloration**. 1ed. Hampshire, UK: 2001.

BRUNO, F. da Silveira. **Tecelagem: conceitos e princípios**. Rio de Janeiro: Senai/Cetiq, 1992.

CAVALCANTE, L.R.M.T. **Maturidade tecnológica e intensidade em P&D: o caso da indústria petroquímica no Brasil**. Salvador: FIEB/IEL, 1998.

CHAMBERLAIN, J. **Horsiere Yarns and Fabrics**. Leicester College of Technology and Commerce, Leicester, p. 107, 1926.

COLLIER, B.J.. TORTORA, P.G. **Understanding textile**. 11. ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2001.

COOK, J. Gordon **Handbook of textile fibres**. Durham: Merrow, 1984. 2v.

COOPER, M. C. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. **The international Journal of Logistics**, 1998. Caderno 9, p. 1-17.

COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT, Anaheim, CA. Disponível em: <<http://www.clm1.or>>. Acessado em: out. 1998

D'AVENI, R. A. **Hipercompetição: estratégias para dominar a dinâmica do mercado**. Rio de Janeiro: Campus, 1985.

DEWEIK, Sabino. **Tecidos inteligentes a serviço da inovação**. Disponível em: <http://www.fashionsite.com.br/paginas/fn_materiais_310500.asp>. Acessado em: 2003.

DOYLE, D.J. Fundamental aspects of the design of knitted fabrics. **Journal of The Textile Institute**, Manchester, n. 44, p. 561-578, 1953.

DUTON, W.A. **Journal Society of Dyers and Colourist**, Manchester:60, p.293, 1944.

ERHARDT, T. *et al.* **Fibras têxteis**. 1983. Manual de dados técnicos para a indústria têxtil - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, [s.d.].

FABRIC LINK. **The Educational Resource for Fabrics, Apparel, Home Furnishings, and Care.** Disponível em: <<http://www.fabriclink.com/>>. Acessado em: 2003.

FEDERAL TRADE COMMISSION FTC. In: Midwest Paralegal Studies. Disponível em: <http://www.cyberparalegal.com/fdc_act.htm>. 2003.

FIATES, J. E. A.; SCHNEIDER, C. A. **Caracterização e gestão do sistema de inovação tecnológica em uma organização orientada para a competitividade.** In: XX Simpósio de gestão de inovação tecnológica. São Paulo, 1998.

FIBER ORGANON. Departamento de Agricultura, EUA. 2001. Disponível em: <<http://www.fibereconomics.com/feb3c.htm>>. Acessado em: 2003.

FLEURY, Afonso et al. A competitividade das cadeias produtivas da indústria têxtil baseadas em fibras químicas. 2001. BNDES – Fundação Vanzolini, p. 95-98.

FONTES, C. A. *et al.* **Fibras naturais e fibras químicas.** Apostila de Fibras Têxteis. CETIQT/SENAI, Rio de Janeiro, 1983.

GARCIA, O. L. **Avaliação da competitividade da indústria têxtil brasileira.** 1994. 213 f. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas.

GIDDENS, A. **Introduction to sociology.** Disponível em: <<http://www.norton&company>>. Acessado em: set. 2003.

GOEDERT, Adriano Rogério. **Redes de inovação tecnológica para pequenas e médias empresas: um estudo exploratório para o setor apícola catarinense.** 1999. 101f. Dissertação de Mestrado – UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GORINI, A. P. F., Panorama do setor têxtil no Brasil e no mundo: reestruturação e perspectivas. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.12, p.17-50, set, 2000.

GROWERS, C.N.; HUNTER, F.N. The wet relaxed dimensions of plain knitted fabrics. **Journal of The Textile Institute**, Manchester, n. 69, p.108-115, 1978.

HAMBY, D.S. **The American Cotton Handbook**. 3 ed. New York: Interscience Publishers, 1965.

HAMEL, Gory. A Obrigação de Inovar. **HSM – Management**, n.31, p. 32-40, mar.abr., 2002.

_____.; PRAHALAD, C. T. **Competindo pelo futuro**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

HEAP, S. A. et al. **Journal of The Textile Institute**. n. 53, p. 109, 1983

_____. A. **Knitting International**. N. 97, jun. 1986.

_____. **Low shrink cotton knits textiles fashioning the future**. In: Textile Institute Annual World Conference, oct. 1989.

_____.; STEVENS, J.C. Shrinkage. If you can predict it then you can control it. **Cotton Technology International**, Raleigh, 1, 1992.

HEYWOOD, D. **Textile finishing**. Hampshire, UK: Society of Dyers and Colourists, 2003.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Contas Nacionais. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: set. 2003.

IEMI - INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL S/C LTDA. **Relatório setorial da cadeia têxtil brasileira**. São Paulo, v. 2, n. 2, 2001. Edição Especial.

_____. _____. São Paulo, v. 3, n. 3, 2003. Edição Especial.

IMPARATO, N. et al. **A grande virada: inovação e escolha estratégicas em uma era de transição**. Rio de Janeiro, 1997.

INTERNATIONAL TEXTILE CENTER. Disponível em: <<http://www.depts.ttu.edu/itc/pubmain.htm>>. Acessado em: 2003.

IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. O Desempenho dos MPES – o setor têxtil – confecção. Disponível em:

<<http://www.sebraesp.com.br/novo/pesquisa/dowload/textconfs.doc>>. Acessado em: out. 2003.

KIPERSTOOK, A. et. al. Inovação como requisito do desenvolvimento sustentável. Disponível em:
<<http://www.read.adm.ufrgs.br/read30/artigos/artigo02.pdf>>. Acessado em: out. 2003.

KNAPTON, J.J.F. et al. Dimensional behaviour of knitted fabrics. ***Journal of The Textile Institute***, n. 28, p. 999-1012, 1968.

_____. **Knitting quality double jersey cloth (I)**. The Textile Institute and Industry, Manchester: 2, n. 10, p. 39, 1972.

_____. et al. Geometry, dimensional properties and stabilization of the cotton plain jersey structure. ***Journal of The Textile Institute***, Manchester, n. 66, p. 413-419, 1975.

KRUNGLIANSKAS, I. **Tornando a pequena e média empresa competitiva: como inovar e sobreviver em mercados globalizados**. São Paulo: Ige, 1996.

LEAF, G.A.V.; et al. The geometry of plain-knitted loop. ***Journal of The Textile Institute***, Manchester, n. 46, p. T587, 1955.

LEWIN, M. **International fiber science and technology series**. 2 ed. Brooklin, New York: Polytechnic University, 1998.

MINTZBERG, H. **Generic strategies: toward a comprehensive framework, and advances in strategic management**. Careenwich: CT JQI Press, 1988. V.5.

MONTEIRO FILHA, D. C.; CORREA, A. BNDES 50 anos: histórias setoriais. Disponível em:
<<http://www.finame.com.br/conhecimento/publicacoes/catalogo/livsetorial.asp>>. Acessado em: out. 2003.

MORRIS, D. Cotton to 1996: pressing a natural advantage. ***Bussiness Internationa Limited, Special report*** . N. 2145, 1991.

MT COTTON MATO GROSSO COTTON. **Estatísticas Mundiais de Produção e Produtividade**. Disponível em: <

http://www.mtcotton.com.br/estatisticas/estatisticas_1.asp>. Acessado em: 2004.

MUNDEN, D. L. The dimensional behaviour of knitted fabrics. ***Journal of The Textile Institute***, n. 51, p. 200-209, 1960

_____. The geometry and dimensional properties of plain knit fabrics. ***Journal of The Textile Institute***, Manchester, n. 50, p. T448, 1959.

_____. Knitting versus weaving. ***Textile Mercury International***, n. 12, p. 10-13, 1963.

NAZARETH, P.A. **Liberação comercial no Brasil**: impactos sobre o complexo têxtil/vestuário. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994.

NUTTING, T.S.; LEAF, G.A.V. A generalised geometry of weft knitted fabrics. ***Journal of The Textile Institute***, Manchester, n. 55, p. T45-53, 1964.

PALMA, J. **A história da Indústria têxtil**. Disponível em: <<http://jpalma.hpg.ig.com.br/Historia.html>>. Acessado em: set. 2003.

PEIRCE, F.T. Geometrical principles applicable to the design of functional fabrics. ***Textile Research Journal***, Princeton, 17, p. 123, 1947.

PORTER, M. **Competitive advantage: creating and sustaining superior performance**. New York: Fred Press, 1985.

_____. **Criando as vantagens competitivas de amanhã**: repensando o futuro. São Paulo: Makron Books, 1998.

PRADO, M. V. Uma visão econômica do Brasil e da sua indústria têxtil. ***Revista Têxtil***. n. 32, p.10-30, 1999.

PRALAHAD, C. K. et al. **The Havard Business Review Book**. p, 3-28, 1994.

PROCHNICK, V.; HAGUENAUER, L. **Cadeias produtivas e oportunidades de investimentos no Nordeste Brasileiro**. Texto para discussão n.453, UFRJ/IE, 2001.

RIBEIRO, Luiz Gonzaga; ANDRADE FILHO, José Ferreira de; SANTOS, Laércio Frazao dos et al. . **Introdução à tecnologia textil**. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil, 1984-87. 3v.

ROBERTS, E. B. **Gestión de la innovación tecnológica**. Madrid: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, 1984.

RODRIGUES, A. F. Cadeia têxtil. **Revista Têxtil**. p. 22-33, 1997

ROMERO, L. *et al.* **Setor Têxtil – Relato Setorial BNDES**, set 1995. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/relato/>>. Acessado em: dez. 2003.

SABINO, N.P. **Fibras têxteis**. Instituto Agrônomo de Campinas, Seção de Tecnologia de Fibras. Campinas, São Paulo, 1995.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. Coleção Os economistas. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SENAI CETIQT. **RELATÓRIO DA ETAPA DIAGNÓSTICA – 2002**.

_____. Coordenação Acadêmica de Educação Superior. Programa Brasileiro de Prospectiva Tecnológica Industrial. (2002).

SENGE, P. M.; CARSTEDT, G.. Rumo à próxima revolução industrial. **HSM Management**. p.120-128, jul./ago. 2001.

SILVA, A. da. **A organização do trabalho na indústria do vestuário**: uma proposta para o setor da costura. 2002. p. 4-120. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA, L. C. **Simulação de processos**. Disponível em: <<http://www.unioeste.br/agais/simulacao.html>>. Acessado em: mar. 2004.

SINTEX SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE FIAÇÃO, TECELAGEM E DO VESTUÁRIO DE BLUMENAU. Disponível em: <<http://www.sintex.org.br/>>. Acessado em: 2003.

SOARES, P. M. **Abertura comercial: setor têxtil por um fio**. São Paulo: FGV-SP, 1994.

SOUZA ALMEIDA, M. **Cultura organizacional e atitudes contra mudanças tecnológicas**. In: XX Simpósio de gestão da Inovação Tecnológica, São Paulo: 1998.

SPENCER, D.J. **Knitting Technology**. 2. ed. Oxford: Pergamon Press, 1989.

STONER, James Arthur Finch; FREEMAN, R. Edward. **Administração**. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, c1999.

SUNDARAM, V. **Handbook of methods of tests for cotton fibres, yarns and fabrics**. 2.ed. [Bombay]: Cotton Technological Research Laboratory. Indian Council of Agricultural Research, 1979. 245p.

TANRION, C. **Supply chain**: o fator crítico do sucesso e colaboração plena. Disponível em: <<http://www.caballogistica.com.br/revista>>. Acessado em: nov. 2003.

TEXTILE FIBRES & TERMINOLOGY. **Corte da seção transversal da fibra de lã**. Disponível em: <<http://www.e4s.org.uk>>. Acesso em: nov. 2003.

TORNATZY, L.; FLEISCHER, M. **The process of technological innovation**. Toronto: Lexington Books, 1990.

UFRGS. **Fatores do clima organizacional que são motivadores para a inovação tecnológica**. Disponível em: <<http://www.read.adm.ufrgs.br/read/>>. Acessado em: nov. 2003.

UNITED NATIONS CONERENCE OF TRADE E DEVELOPMENT. Science and technology issues. **Emerging forms of technological cooperation**: the case for technology partnership. Inner logic, examples e enabling enviroment. United Nations, New York and Geneva, 1996

VALÉRIO NETO, A.; OLIVEIRA, M. C. F. **Realidade virtual aplicada ao desenvolvimento de produto**. Out. 2001. Disponível em: <http://www.icmsc.sc.usp.br/~aneto/artigo_svr.htm>. Acesso em: jun. 2003.

WEATLHEY, M. J. **El liderazgo y la nueva ciencia**. Buenos Aires: Granica, 1994.

ANEXO A

A Evolução da Indústria Têxtil no Mundo e no Brasil

A história da indústria têxtil pode ser dividida em duas fases distintas: a primitiva, das habilidades manuais dos povos antigos, exprimindo de certa forma uma arte, e a científica, da mecanização das operações na busca da velocidade, da produtividade e da competitividade, encarando o processo de fabricação como uma ciência e não mais uma arte.³

Muitos dos tecidos produzidos pelos procedimentos primitivos são de notável beleza e sofisticação. A forma, a estrutura e habilidade são de grande atenção, e a variedade de padrões e cores é extensa, definindo muitas vezes inconfundíveis aspectos da cultura e do tempo locais.

De acordo com Confúcio, em 2640 A.C. a princesa chinesa Xi Ling Shi foi a primeira pessoa a bobinar o fio da seda do casulo do bicho-da-seda. A lenda conta que isto, só foi possível por ela ter deixado cair o casulo dentro da sua xícara de chá, quando passeava no campo com a sua corte, embaixo de algumas amoreiras. Durante alguns séculos, a China deteve o segredo da produção e conseqüentemente o monopólio da comercialização dos tecidos de seda que chegavam ao ocidente por intermédio de mercadores que faziam a chamada “estrada da seda”. A partir deste momento, a descoberta chinesa alterou a forma e o conceito de se vestir. A vivacidade das cores e o toque suave proporcionado pela seda fizeram com que os artesões daquela e das épocas futuras, ansiassem por novas formas, texturas e cores que satisfizessem um desejo de beleza e conforto das pessoas. Dessa forma pode-se considerar que os chineses foram os primeiros a cultivar o bicho-da-seda e a aproveitar o casulo na fiação da seda natural. Os artigos chineses mais antigos tecidos com essa fibra, com seus desenhos de dragões, pássaros e outros animais, datam do século I a.C.

³ É extremamente difícil precisar a quanto tempo o algodão tem sido utilizado como fibra têxtil. Nos anos 60, no vale Mexicano de Tehuacan, arqueologistas encontraram fragmentos de fibra fiada em algodão e subseqüentemente testes dataram a relíquia entre 7200 e 5800 a.C. (MORRIS, 1991).

No início da Idade Média, certas tribos turcas foram habilidosas na manufatura de carpetes, roupas de feltros, toalhas e mantas.

Manufaturas francesas de tecidos em seda começaram a produzir em 1480, Francis I trouxe tecelões italianos e flamencos para Fontaine Bleu para produzir tapeçarias sob a direção dos tecelões do rei. No tempo de Luís XIII (1610 – 1643), as padronagens francesas mostraram um estilo distinto baseado em formas ornamentais simétricas, com efeitos semelhantes a rendas.

Na Alemanha, Cologne foi um importante centro medieval de tecidos, renomado pelas aplicações com ouros em ricos tecidos bordados em inscrições e figuras de santos.

Têxteis ingleses do século XIII e XIV foram principalmente de linho e lã, e o mercado foi influenciado pelos tintureiros e acabadores flamencos. A revogação do Decreto de Nantes, em 1685, renovou perseguições de protestantes franceses, causando a mudança de muitos tecelões para a Inglaterra, fixando-os em Norwich, Braintree e Londres. Estes tecelões produziram tecidos de seda de alta qualidade e foram conhecidos pelo uso refinado de tecimento trabalhado e texturas. Norwich também ficou famoso por xales de seda ou lã com adornos.

Tecelagens e acabamentos foram estabelecidos em toda a parte do mundo na época dos descobrimentos. Espanhóis, portugueses e ingleses, descobriram que a manufatura de têxteis já era adiantada nos povos que habitavam os novos continentes. Os tecidos peruanos, por exemplo, eram semelhantes aos do antigo Egito, embora os contatos entre as duas civilizações sejam geralmente considerados improváveis. Tecidos Incas de algodão e lã foram magnificamente coloridos, com padrões baseados em formas geométricas e formas humanas. Tecidos, especialmente cobertores, feitos pelos Navarro do Arizona e Novo México tinham excepcional texturas e cores.

A indústria desenvolveu-se constantemente de forma *primitiva* (habilidade manual) até o século XVII e permaneceu até o século XIX essencialmente algodoeira.

A Revolução Industrial, iniciada no século XVIII, influiu intensamente no desenvolvimento têxtil manufatureiro mundial. A invenção da lançadeira, em 1733 por John Kay, aumentou a velocidade de operação de tecimento e o seu sucesso

criou pressões para o aumento de velocidade no processo anterior da cadeia, ou no processo de fiação. Tornou desta forma a produção de tecidos, mais prática, rápida e acessível. Houve ainda a valiosa contribuição prestada por Richard Arkwright, em 1769, e Samuel Crompton, em 1779, que projetaram e construíram diversos engenhos, tais como filatórios mecânicos, que encorajaram de certa forma, desenvolvimentos de processos mecanizados de cardagem e penteagem de lã e algodão para as máquinas de fiação.

Entre a segunda metade do século XVIII e logo após a virada do século, onde ocorre a substituição da força humana por forças motrizes, primeiramente de origem animal, depois hidráulica, vapor e por fim elétrica, inicia-se o período de industrialização, batizado como Revolução Industrial. Dando lugar, antes pequenas oficinas, geralmente compostas por um empreendedor dotado de grande habilidade e contando com familiares para auxiliá-lo, por sistemas fabris firmemente estabelecidos, primeiro na Inglaterra, depois na Europa e Estados Unidos.

No Brasil, observando-se relatos dos primeiros navegadores na época do seu descobrimento, constata-se que a atividade têxtil, ainda que rudimentar, já era exercida pelos habitantes desta terra, e que o algodão era a fibra mais utilizada nos processos de fiação e tecelagem.

Diversos fatores favorecem o desenvolvimento da indústria têxtil brasileira a partir da segunda metade do século XIX. Em primeiro lugar, havia a presença de uma matéria-prima importante: o algodão. Em segundo lugar, havia uma demanda crescente por vestuário, por sacaria para o café, açúcar, cereais, etc. Em terceiro lugar, havia mãos-de-obra abundantes, que barateava muito os custos de produção.

Com a colonização portuguesa, o Brasil passou por diversos períodos conturbados, no primeiro instante ocupou uma posição de produtor e exportador de algodão, data desta época a utilização do algodão como moeda de troca, atribuindo-se valores aos novelos e aos tecidos já prontos, medidos estes por varas (PALMA, 2003). Em um segundo momento, as exportações brasileiras começaram a tomar proporções tais, que Portugal passou a se constituir também em um dos principais fornecedores da matéria-prima às fábricas inglesas, visto que neste período as colônias inglesas urgiam por independência, privando os

ingleses de algodão para movimentar a já pesada indústria têxtil daquele país. Segundo Palma (2003) a produção no Brasil, aumentava a cada dia, e começavam a ameaçar a Coroa. Tecidos saídos das tecelagens instaladas na Bahia, Pernambuco, Maranhão, Paraíba e Minas Gerais, não tinham mais características rudimentares e começavam a concorrer com a produção das tecelagens portuguesas. Além é claro do sentimento de independência. O mesmo autor continua a descrever o posicionamento da Coroa em relação a sua Colônia, dizendo que o governo português decidido em por fim à indústria têxtil emergente, resolve intervir no processo de desenvolvimento têxtil. Ordenou severa vigilância sobre as cargas trazidas pelos navios ingleses, a fim de evitar a importação de máquinas e equipamentos de industrialização. Para estancar de vez as atividades das tecelagens, um alvará firmado em 5 de janeiro de 1785 pela rainha D. Maria I, proibia a produção de têxteis no Brasil, permitindo-se apenas a produção de tecidos grosseiros, como salienta Braga (1999). Esta situação só veio, a ser restituída com a chegada de D. João VI ao Brasil em 1808, quando fugido de Portugal por causa das conquistas napoleônicas. Contudo, a retomada do crescimento durou pouco tempo, em virtude de um tratado assinado entre Portugal e Inglaterra que concedia favores imensuráveis aquele país, o Brasil é invadido por produtos ingleses e vêem as suas fábricas fechando literalmente as portas. Pelo relato de Monteiro Filha e Corrêa (2002), o Brasil em 1864, retoma parte da sua evolução industrial têxtil, devido a guerra civil americana, a guerra do Paraguai e a abolição da escravidão, que resultou em maior disponibilidade dos capitais antes empregados no ramo negreiro. Naquele ano, estariam segundo o mesmo autor, funcionando no país vinte fábricas, com cerca de 15 mil fusos e 385 teares. Em 1881, o parque fabril têxtil possuía 44 fábricas e 60 mil fusos e propiciava cerca de 5 mil empregos diretos.

O primeiro surto relevante da indústria têxtil teve lugar entre 1900 e 1915, período em que o número de fábricas cresceu 118% , o número de operários, 110% e a produção, 127%. Em 1915, existiam 202 fábricas disseminadas por 17 estados, nos quais trabalhavam 82.247 operários. (ANÁLISE SETORIAL, v. I, 1999).

Para Palma (2003), o crescimento se dá realmente com o início da primeira guerra mundial e após a eclosão da segunda guerra mundial, o país

manteve-se como razoável exportador, tendo em vista que os países diretamente envolvidos no conflito tiveram seus parques industriais seriamente abalados. Já Monteiro Filha e Corrêa (2002), confirmam dados estatísticos dizendo que nas vésperas da primeira guerra mundial, havia duzentas fábricas, que empregavam 78 mil pessoas. A guerra, também para este autor, pode ser considerada fator decisivo na consolidação da indústria têxtil brasileira. Chama ainda a atenção, quando relata que em 1920, a indústria têxtil no Brasil, ocupava 115.519 pessoas, o que representava 41% do emprego na indústria de transformação daquela época. Nesta mesma década de 20, houve a retomada das importações, depois reduzidas mais uma vez, com a crise de 29; a oportunidade de crescimento só voltaria com a segunda grande guerra mundial. Mas, já no entre guerras, o número de operários ocupados havia triplicado. Para Monteiro Filha e Corrêa (2002), a participação do setor no produto industrial em 1940 era de 23%. A segunda grande guerra mundial realmente reabriu caminho para as exportações de produtos têxteis, que aliviaram as pressões sentidas no mercado nacional. Os lucros auferidos no período ensejaram nova e grande expansão, bem como uma farta disponibilidade de financiamentos. Retomou-se o ânimo para investir.

Porém, pouco mais tarde, medidas governamentais puseram praticamente um fim às exportações e importações de têxteis em geral. Isto proporcionou um grande atraso tecnológico ao país, deixando o seu parque fabril obsoleto, com carência de mão-de-obra qualificada, com administração deficiente, métodos e processos antiquados de produção.

O BNDES - BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, tentou vários anos seguidos fomentar o desenvolvimento do setor têxtil brasileiro. Contudo, seguidamente políticas internas e crises externas (destaca-se o choque do petróleo, em 1973, e à conseqüente recessão), impediram o sucesso de algumas medidas, dessa forma as iniciativas nunca tiveram uma sustentabilidade de longo prazo.

Esta consideração acima está referendada em Monteiro Filha e Corrêa (2002), quando o autor menciona os programas criados no período compreendido entre 1965 e 1989:

No ano de 1965 foi quando o BNDES passou a financiar o setor têxtil e 1989 foi o ano que caracteriza o fim de um modelo fechado da economia brasileira. De 1971 a 1975, as importações de máquinas têxteis cresceram 18,8% ao ano, com destaque para as de filatórios, fiadeiras, retorcedeiras, bobinadeiras, teares sem lançadeiras, teares circulares para malharia e máquinas de costura industrial.

No período de 1974 a julho de 1977, por intermédio do Befiex, foram aprovados cinco projetos têxteis (SPI/BNDES, 1978).

A evolução dos investimentos fixos do setor têxtil aprovado pelo CDI, no período 1970-76, mostra que em 1973 e 1974 houve aprovação significativa, a qual provavelmente se concretizou em recursos em 1975, principalmente no segmento fiação, tecelagem e acabamento, como reflexo dos investimentos em fibras sintéticas, tendo gerado volume expressivo de investimentos em máquinas naquele ano. No período 1970-76 foram aprovados projetos de implantação no valor de R\$ 9.997,7 milhões, que correspondem a US\$ 4,155 milhões (a preços de dezembro de 2001).

Na década de 80, o complexo têxtil conheceu de início uma fase de recessão, até 1984, e depois uma de crescimento mais acelerado, nos anos posteriores. A fase recessiva afetou as compras de bens de capital, sobretudo as importações, com uma pressão muito forte sobre as empresas nacionais. Em dois anos (1983 e 1984), a produção brasileira de máquinas e equipamentos têxteis decresceu à metade do nível de 1980.

Já na no início da década de 90, após abertura da economia brasileira, houve um ciclo de investimentos em máquinas têxteis, pois trouxe a todos os setores da economia nacional profunda modificações provocadas pelas novas políticas governamentais, entre as quais se destacam: abertura do mercado para livre importação de produtos; flexibilização cambial; redução programada e gradual dos impostos de importação; acordo com a comunidade financeira internacional; início do processo de privatizações; necessidade de modernização do parque industrial, em face da crescente globalização.

Em 1994, foi lançado o Plano Real com enfoque no controle da inflação e baseado na política de juros altos e valorização cambial. Inicialmente, existiu uma

grande euforia, mas aos poucos as empresas começaram a se adaptar a uma nova realidade de mercado. No lugar da euforia o que se viu foi uma preocupação maior dos empresários do setor com a sua verdadeira vocação industrial, procurando consolidar-se não só através do preço e da qualidade, mas também por meio de um bom serviço ao consumidor, que passou a ser um poderoso agente de mudança.

O mercado ganhou poder aquisitivo com a estabilização econômica, especialmente aquelas camadas que tinham pouco ou nenhum acesso ao consumo e outras que tiveram a possibilidade de optar por produtos de qualidade superior.

A globalização do segmento têxtil e confeccionado pode ser dimensionada pelo volume de exportações que significaram um aumento de cerca de 300% no período compreendido entre 1980 e 1994, como pode ser analisado na Tabela 1.

Tabela1: Evolução das exportações mundiais no período de 1980 a 1994 (em US\$)

| Artigos | 1980 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Têxtil | 54,99 | 105,06 | 109,31 | 117,42 | 112,67 | 137,51 |
| Confeccionados | 40,59 | 106,88 | 115,71 | 130,56 | 128,40 | 149,70 |
| Total | 95,58 | 211,94 | 225,02 | 247,98 | 241,07 | 287,21 |

Fonte: ABRAVEST – Serviços – Banco de Dados (2003).

As empresas têxteis brasileiras passaram por intenso processo de ajuste a partir do início da década de 90. Diante da combinação de abertura comercial e forte recessão, a maioria das empresas teve de buscar aumentar a eficiência no processo produtivo, com introdução de inovações técnicas, melhoria dos sistemas de qualidade, terceirização de atividades e especialização da produção. Os resultados foram um significativo aumento de produtividade, redução de pessoal (40% em dez anos) e elevação da importação de insumos. A produção da

indústria têxtil nacional cresceu lentamente nos anos mais recentes. Passou por dois anos de crise, entre 1995 e 1997, voltou a se expandir entre 1998 e 2000 e amargaram novas quedas em 2001, 2002 e 2003, dados estes referendados nos relatórios do MDCI (2002).

A indústria têxtil, portanto, no início do Plano Real, começou a renovar o seu parque fabril sucado, modernizando-se com máquinas e equipamentos. Ocorreu também neste período o desenvolvimento e a inserção das fibras sintéticas e artificiais, dando uma característica diferenciada aos produtos, tornando-os mais atrativos aos olhos dos consumidores que já se tornavam ansiosos por novidades e por novidades e por produtos com mais qualidade.

Constata-se, contudo, através dos relatórios do MDCI (2002), que o comércio internacional teve um avanço substancial das importações, gerando um déficit na balança comercial Brasileira. Como pode ser constatado na Tabela 2.

Tabela 2: Comércio exterior têxtil brasileiro no período de 1980 a 2000 (em US\$ milhões)

| Ano | Exportação | Importação | Saldo |
|------|------------|------------|---------|
| 1980 | 916 | 120 | 796 |
| 1990 | 1.248 | 463 | 785 |
| 1995 | 1.441 | 2.268 | (845) |
| 1997 | 1.2267 | 2.416 | (1.149) |
| 1998 | 1.113 | 1.923 | (810) |
| 1999 | 1.010 | 1.443 | (433) |
| 2000 | 1.222 | 1.606 | (384) |

Fonte: IEMI (2001)

A partir da década de 90 as importações do setor dispararam, favorecidas pela abertura de mercado conjugado ao crescimento do consumo interno e à expansão de produtos estrangeiros de baixo custo, principalmente os

asiáticos. O recorde foi registrado em 1997, com US\$ 2,4 bilhões. Existia aí uma crise tida como das mais graves pelos empresários do setor, daí os apelos constantes feitos ao governo federal, denunciando a prática de “*dumping*”, pelos fabricantes estrangeiros. Visto que o desembarque maciço de produtos importados principalmente da China, Coréia, Taiwan, países asiáticos a preços muito inferiores ao praticados no mercado interno, causou o fechamento de inúmeras indústrias têxtil.

Para fazer frente a essa concorrência, o setor têxtil, mobilizou-se, em 1995, com o intuito de obter, junto ao Governo Federal barreiras às importações que contrariavam as regras internacionais de livre-comércio. Assim, conquistou-se a redução do prazo de pagamento das importações de tecidos e de confecções. Além disso, foi implementando o sistema de valorização aduaneira para os têxteis, com o objetivo de combater o subfaturamento e a evasão fiscal nas importações. Em 1996 entrou em vigor também o sistema de quotas de importação de tecidos artificiais e sintéticos e camisas originárias de países que praticavam o chamado “*dumping*”.

Em 2000 as compras do país feitas no exterior somaram US\$ 1,6 bilhão. As exportações da cadeia têxtil têm se mantido próximo a US\$ 1,2 bilhão por ano desde o começo da década passada. Em 2000, a indústria brasileira vendeu US\$ 1,2 bilhão em produtos têxteis e confecções para o exterior.

A partir dessa nova realidade competitiva no setor até antes muito protegido, fez com que a indústria têxtil nacional passasse a deslocar o foco em direção ao desenvolvimento tecnológico e não mais para a dimensão do mercado financeiro.

No início de 1999, o governo brasileiro, pressionado pelo desaquecimento da economia e pela perda de credibilidade internacional mudou sua política monetária, desvalorizando o real frente ao dólar e adotando uma política cambial “flutuante”. Durante todo o ano o país sacudido por sucessivas oscilações do câmbio, a partir do segundo semestre não se confirmaram às previsões mais pessimista, acabando o ano com R\$ 1,85 por dólar.

Segundo a ABRAVEST (2001), “o parque brasileiro de máquinas e equipamentos têxteis é de cerca de 875.000 máquinas, tendo sido descartada nos

últimos três anos 165.000 unidades e adquiridas outras 232.000.” Na realidade, o descarte de máquinas não significa obrigatoriamente a sua inutilização. A grande maioria acaba sendo revendida ao mercado informal. A média anual de investimentos do setor em máquinas, segundo informa a associação acima citada, é de US\$ 154,5 milhões.

As dimensões dos diferentes segmentos da cadeia produtiva crescem de forma significativa à medida que se caminha na direção dos “*bens acabados*”, seja em número de agentes econômicos, empregos gerados, ou produção ou receitas obtidas (vide Tabela 3). Em escala inversamente proporcional, o porte das empresas diminui de forma exponencial. Enquanto a produção de fibras e filamentos químicos, por questões de escala e competitividade, encontra-se em mãos de um número restrito de grandes empresas, boa parte delas de sociedade anônima e de capital internacional, o final da cadeia é composto por um imenso número de pequenas e médias empresas, intensivas de mão-de-obra e, sua grande maioria, de capital fechado de origem preponderantemente nacional e por vezes familiar (MONTEIRO FILHA e CORRÊA, 2002).

**Tabela 3: Unidades de Produção por Segmento da Cadeia Produtiva –
1990/2000**

| Segmentos | 1990 | 1995 | 1998 | 1999 | 2000 | % |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| Têxteis | 4.938 | 4.103 | 3.554 | 3.240 | 3.305 | -33,1 |
| Fiações | 1.179 | 661 | 427 | 389 | 360 | -69,5 |
| Tecelagens | 1.481 | 984 | 521 | 439 | 434 | -70,7 |
| Malharias | 3.776 | 3.019 | 2.932 | 3.098 | 3.195 | -15,2 |
| Beneficiamento | 818 | 508 | 355 | 305 | 298 | -63,6 |
| Confeccionados | 15.368 | 17.066 | 19.009 | 17.378 | 18.797 | +22,3 |
| Vestuários | 13.283 | 13.904 | 15.716 | 14.416 | 15.634 | +7,7 |
| Meias e Acessórios | 731 | 1.235 | 1.320 | 1.153 | 1.235 | +68,9 |
| Linha Lar | 1.062 | 1.498 | 1.542 | 1.401 | 1.501 | +44,1 |
| Outros ^a | 292 | 425 | 431 | 408 | 427 | +46,2 |
| Total | 20.307 | 21.170 | 22.564 | 20.618 | 22.102 | +8,8 |

Fonte: IEMI (2001)

^aArtigos técnicos, industriais e acessórios.

Tabela 4: Produção por Segmentos da Cadeia Produtiva em Valores – 1990/2000 (em US\$ milhões)

| Segmentos | 1990 | 1995 | 1998 | 1999 | 2000 |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Têxtil ^a | 18.098,3 | 18.221,9 | 18.580,3 | 13.692,2 | 16.640,5 |
| Fios | 5.176,1 | 4.436,7 | 4.689,8 | 3.611,8 | 4.370,6 |
| Tecidos | 10.405,0 | 10499,0 | 9.938,2 | 6.920,2 | 8.589,4 |
| Malhas | 3.117,2 | 3.286,2 | 3.952,3 | 3.110,2 | 3.680,5 |
| Segmentos | 1990 | 1995 | 1998 | 1999 | 2000 |
| Confeccionados ^a | 29.996,5 | 29.123,3 | 31.398,3 | 22.681,1 | 27.205,5 |
| Vestuários | 23.056,9 | 22.309,2 | 23230,9 | 17.092,3 | 20.328,6 |
| Meias e Acessórios | 638,5 | 644,7 | 650,1 | 464,3 | 495,7 |
| Linha Lar | 2.126,6 | 1.752,0 | 1.987,6 | 1.601,9 | 1.884,3 |
| Outros | 4.174,4 | 4.417,4 | 5.529,7 | 3.522,6 | 4.496,9 |

Fonte: IEMI (2001)

^aValores calculados a partir do preço médio à vista dos artigos na fábrica sem ICMS, custos de frete e venda.

A produção de fibras em volume cresceu muito menos do que a de têxtil e a de confeccionados (BNDES, 2002). Já o valor da produção de têxtil e confeccionados decresceu na mesma proporção no período estudado (Tabela 1.4).

A abertura de mercado ocorrida na época do governo Collor fez com que as concorrências dos importados levassem a uma forte concentração industrial nos segmentos de fios e tecidos, com grande redução do número de unidades produtoras e de empregos e aumentando a pulverização de indústrias informais no segmento confeccionista, preservando de certa forma o nível de empregos.

Cabe destacar que para manter o nível de atividade nestes segmentos, as indústrias, independentemente do segmento de atuação, necessitam e estão cada vez mais dependentes da inovação, seja ela através de investimentos em tecnologias de máquinas, equipamentos ou do conhecimento.

O Brasil ocupa segundo os dados constantes na Tabela 5, um importante papel de produtor de artigos têxteis em nível mundial, ocupando a sétima posição na produção de fios e tecidos planos e a terceira na produção de tecidos de malha. No entanto, no comércio internacional sua participação é muito pequena, estando apenas entre os 20 maiores comerciantes de têxteis no mundo (Tabela 6).

Tabela 5: Países Produtores de artigos têxteis – 1999 (em toneladas)

| Países | Fios/Filamentos | Tecidos | Malhas | Confecções |
|--------------------------------|------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 1 - China | 4.481.400 | 5.924.160 | n.i. | 5.331.744 |
| 2 – Estados Unidos | 4.954.617 | 3.471.720 | 880.935 | 4.492.833 |
| 3 – Índia | 3.965.120 | 2.535.710 | 492.170 | 2.770.840 |
| 4 – Taiwan | 4.106.731 | 3.539.000 | 242.367 | 1.712.276 |
| 5 – Coréia do Sul ^a | 2.200.000 | 1.900.000 | n.i. | 723.185 |
| 6 – Paquistão | 1.917.615 | 1.891.725 | n.i. | 1.603.075 |
| 7 - Brasil ^b | 1.434.500 | 890.000 | 489.000 | 1.147.394 |
| 8 - México ^a | 1.008.380 | 1.015.627 | n.i. | 1.253.965 |
| 9 – Japão | 1.122.941 | 677.120 | 118.404 | 744.031 |
| 10 – Turquia | 913.000 | 420.000 | n.i. | 365.792 |
| 11 – Alemanha | 572.700 | 291.300 | 63.800 | 461.280 |
| Outros ^a | 5.400.000 | 1.10.000 | 256.000 | 1.174.528 |
| Total | 31.0668.624 | 23.656.362 | 2.542.676 | 21.780.943 |

Fonte: ITMF – Países membros (IEMI, 2001).

^aEstimativas extra-oficiais.

^bEm tecidos de malha, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial.

Tabela 6: Países importadores e exportadores de artigos têxteis – 1999 (em US\$ Mil FOB)

| IMPORTAÇÕES | | EXPORTAÇÕES | |
|------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| 1 – Estados Unidos | 60.743 | 1 - China ^a | 34.969 |
| 2 – Alemanha | 28.732 | 2 – Itália | 25.101 |
| 3 – Japão | 20.945 | 3 – Alemanha | 17.367 |
| 4 - China ^a | 16.683 | 4 – Coreia do Sul | 17.062 |
| 5 – França | 16.499 | 5 – Estados Unidos | 16.925 |
| 6 – Itália | 11.789 | 6 – Taiwan | 14.185 |
| 7 – Reino Unido ^b | 9.144 | 7 – França | 11.355 |
| 8 – Canadá | 7.142 | 8 – Índia | 10.987 |
| 9 – Espanha | 6.367 | 9 – Japão | 6.987 |
| 10 – Coreia do Sul | 4.614 | 10 - Indonésia ^a | 6.572 |
| 11 – Suíça | 4.361 | 11 – Paquistão | 4.795 |
| 12 – Áustria | 4.086 | 12 – Portugal | 4.552 |
| 13 - Brasil ^c | 993 | 20 - Brasil ^c | 950 |
| Outros | 34.000 | Outros | 38.000 |
| Total | 226.098 | Total | 209.807 |

Fonte: ITMF – Países membros (IEMI, 2001).

^aEstimativa.

^bExcluído o comércio com os outros países da União Europeia.

^cInclui filamentos, mas não inclui fibras.

Através da análise desta Tabela pode-se constatar a presença de países desenvolvidos entre as 5 (cinco) primeiras posições e que possuem um custo de mão-de-obra alto, figurando como maiores exportadores em têxteis. Isto por si só justifica os argumentos de que se otimizando a utilização dos recursos existentes, a competição é real para qualquer país.

Com relação à distribuição regional da produção, nota-se através da Tabela 7 que existe uma concentração nas regiões Sul e Sudeste.

**Tabela 7: Participação das Indústrias por regiões produtivas – 1990/2001
(em %)**

| Região | 1990 | 1997 | 2001 |
|--------------|------|------|------|
| Norte | 2,8 | 5,9 | 4,1 |
| Nordeste | 8,0 | 9,1 | 11,5 |
| Sudeste | 66,6 | 62,4 | 55,6 |
| Centro Oeste | 1,0 | 2,6 | 4,1 |
| Sul | 21,6 | 20,0 | 24,7 |

Fonte: IEMI (2001)

As características das indústrias nas regiões brasileiras são diversas. No sul se reúnem os produtores de malhas, cama, mesa e banho de grande e médio porte, bem como confecções de pequeno porte que “*terceirizam*” grande parte da sua produção para empresas tradicionais que até a década de 90 eram na sua grande maioria empresas verticalizadas e de grande porte. Outra grande característica, ainda presente nas indústrias do setor têxtil da região Sul, é o algodão como matéria prima principal para a manufatura dos artigos em tecido de malha. Enquanto isto, no Sudeste, fica a produção de artificiais e sintéticos (viscose, poliéster, náilon, elastano, entre outros) caracterizada por pequenas e médias tecelagens, malharias e confecções. Há de se destacar o aumento considerável de participação da região Nordeste, especialmente devido à produção de fios e tecidos e os grandes investimentos em plantas verticalizadas em altas escalas de *commodities*, passando pela fiação até a confecção, com o intuito de obter incentivos fiscais oferecidos pelos governos estaduais daquela região e em busca da grande oferta de mão-de-obra mais barata e menos sindicalizada, se comparada com as regiões Sul e Sudeste do País.

Na região Sul destaca-se o estado de Santa Catarina como sendo o estado de maior tradição na produção de artigos têxteis em tecido de malha de algodão. Segundo o Sindicato das Indústrias Têxteis de Santa Catarina (SINTEX, 2003), no ano de 2000 o setor têxtil do estado empregou cerca de 5,4% (98.000) da mão-de-obra de têxteis no Brasil, 24,6% (301.093 US\$ 1000 FOB) das exportações de têxteis são catarinenses, 10,6% (3.100.000 US\$ 1000 FOB) do

faturamento brasileiro e por fim 11,3% (105.000 toneladas) do consumo de todo o algodão no Brasil no referido ano.

Portanto, cabe uma vez mais ressaltar que o setor têxtil da região Sul não abandonou as origens do seu processo de formação, ou seja, a fabricação de artigos em tecidos de malha em algodão. O algodão continua sendo a fibra de maior consumo, apesar da grande evolução das fibras sintéticas e artificiais como foi visto na Tabela 1.1.

Atualmente, após a eleição de um governo de oposição, continua a política dos juros altos e a grande carga tributária, o que dificulta a modernização e eleva os custos das operações comerciais.

Mas alguns importantes passos foram dados e alguns sinais positivos apareceram, como: a promoção da exportação, inclusive por parte das pequenas empresas, através da abertura de linhas de créditos para a exportação e redução de alguns impostos para os produtos têxteis.

As importações de produtos manufaturadas têxteis diminuíram devido principalmente à valorização do dólar.

Através da análise da Tabela 8, verifica-se que a indústria têxtil continuará crescendo.

Tabela 8: Investimentos em máquinas têxteis – 1990 a 2001 (em US\$ milhões)

| Anos | Importada | Nacional | Total | FINAME | % |
|--------------|------------------|-----------------|--------------|---------------|-------------|
| 1990 | 377 | 307 | 684 | 59 | 8,63 |
| 1991 | 342 | 234 | 576 | 44 | 7,64 |
| 1992 | 251 | 217 | 268 | 31 | 6,62 |
| 1993 | 337 | 295 | 612 | 40 | 6,54 |
| 1994 | 611 | 314 | 925 | 56 | 6,05 |
| 1995 | 737 | 316 | 1.053 | 102 | 9,69 |
| 1996 | 520 | 262 | 782 | 39 | 6,99 |
| 1997 | 587 | 221 | 608 | 33 | 4,08 |
| 1998 | 468 | 214 | 682 | 46 | 5,74 |
| 1999 | 373 | 185 | 958 | 11 | 1,97 |
| 2000 | 453 | 185 | 638 | 20 | 3,13 |
| 2001 | 406 | 166 | 572 | 20 | 3,50 |
| TOTAL | 5.462 | 2.896 | 8.358 | 501 | 5,99 |

Fonte IEMI (2001)

Pode-se concluir, portanto, que a cadeia têxtil-confecção, a qual respondeu por 14% dos empregos na indústria brasileira em 1999, apresentou elevados investimentos em modernização e expansão da capacidade produtiva durante toda a década de 90 (MONTEIRO FILHA e CORRÊA, 2002).

Contudo, o parque produtivo brasileiro ainda dispõe de equipamentos velhos e escalas menores do que as dos concorrentes internacionais e segundo o MDCI (2002) a cadeia produtiva local perde em organização para os fornecedores asiáticos, bem como, ressenete-se da ausência de parcerias e alianças estratégicas. Estas alianças são consideradas estratégicas sob o ponto de vista de cadeias produtivas integradas, que constituem, sob o ponto de vista econômico, os sistemas unitários que transformam insumos de todas as origens

nos bens e serviços entregues na ponta da demanda final, ficam fragilizadas na sua capacidade competitiva pelos elos intermediários deficientes.

Em todo o mundo, não somente o setor têxtil, vem adotando crescentemente práticas de gestão de suprimento em rede “*SCM - supply chain management*”⁴, por meio das quais são ampliadas as trocas de informações entre agentes, modificadas as formas de distribuição de produtos e implantados novos sistemas de gerência integrada da cadeia produtiva. Desta forma, o que se pretende com *SCM*, é eliminar qualquer fragilidade de um dos elos da corrente, pois nenhuma corrente pode ser mais forte do que o seu elo mais fraco.

⁴ O SCM é definido por Cooper (1998) como sendo a integração total de todos os processo chave, que envolvam o fornecedor até o último usuário ou consumidor final, provendo-os de produtos, serviços e informações que agreguem valor, para estes consumidores e outros “Stakeholder” . Muitas outras definições foram encontradas, e o que se observa é que muitos autores usam o conceito de SCM, como sinônimo de logística. Em 1998, “The Councnil of Logistics Management” modificou a definição de logística para indicar que a logística é parte do conceito de SCM, logo não são sinônimos. - “Logística é a parte do SCM, que planeja, implementa e controla a eficiência/eficácia da cadeia e do armazenamento dos produtos. Bem como os serviços e as informações, desde o ponto inicial da cadeia até o consumidor final. Com o objetivo de atender as exigências dos consumidores”. (COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT, 1998).

ANEXO B

A Cadeia Têxtil, o cenário atual, os desafios, as estratégias competitivas, a inovação tecnológica e as competências essenciais

O “SCM” é, na verdade, um método de usar a logística para ir além da diferenciação de produtos, chegando a diferenciação de serviços. Uma idéia aparentemente óbvia, porém muito pouco aplicada. O cliente e o fornecedor devem buscar a maximização de seus desempenhos e de forma conjunta, em vez de apostarem no rendimento individual.

Talvez seja no segmento têxtil, onde exista a melhor possibilidade em se aplicar os conceitos do “SCM” como um processo integrado. Pois, para o desenvolvimento do processo produtivo têxtil, forma-se uma cadeia produtiva composta por uma rede de inter-relações entre as várias etapas de um sistema industrial.

Destacam-se as relações com os fornecedores de matérias-primas para a produção de fibras de origem natural e artificial. Para a obtenção da primeira, ocorrem relações com o setor primário, enquanto que para a obtenção da segunda, as relações são com os segmentos produtivos encarregados de extração de matérias-primas naturais em fibras celulósicas e de relação com a indústria petroquímica, que resultam em fibras sintéticas. Para os insumos auxiliares, mantém-se relação com a indústria química produtora dos corantes, resinas, cloro, etc., destinados para o tingimento e também com o setor produtor de bens de capital, para máquinas específicas às etapas de produção.

No âmbito do processo produtivo, conforme Figura 1, são consideradas as seguintes fases: fiação, tecelagem, malharia, não-tecidos, beneficiamento (tinturaria e acabamentos) e confecção. Na fiação, ocorre o processamento industrial das fibras têxteis naturais e químicas procedentes de outros segmentos produtivos de fios nos mais variados tipos. O processo industrial de fios se diferencia por tipo de fibra. Tem sido recorrente a mistura de fibras naturais e artificiais na fase de fiação, possibilitando a produção de fios mistos que são utilizados para a diversificação de produtos à indústria têxtil (GARCIA, 1994).

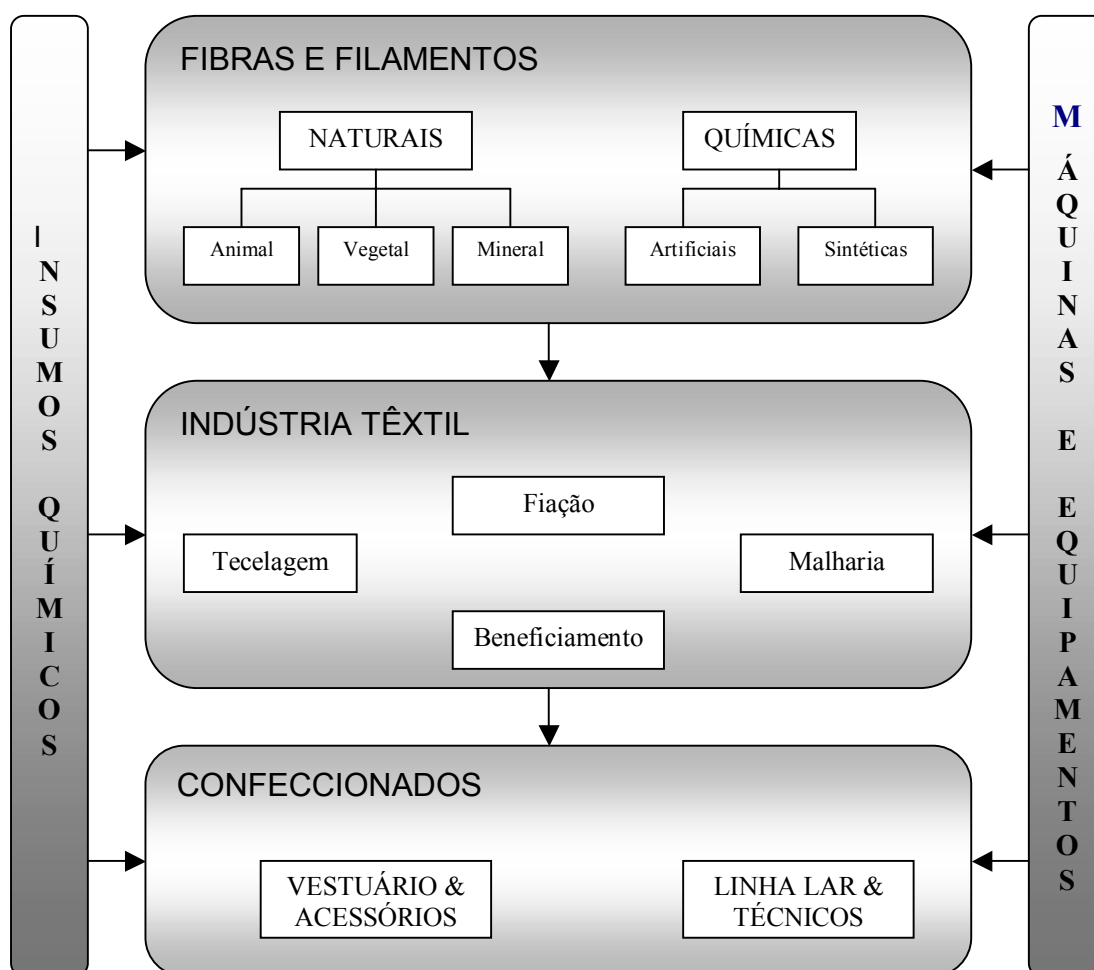


Figura 1 – Cadeia Têxtil

Fonte: O Pesquisador (2004).

A primeira atividade da cadeia produtiva é o beneficiamento de fibras naturais, seguindo-se à produção do fio. As fibras artificiais são obtidas a partir da regeneração da celulose natural, resultando em fibras como o *rayon*, acetato e triacetato. As fibras sintéticas são derivadas de subprodutos do petróleo e dão origem às fibras como poliéster, náilon, acrílico e propileno. A mistura de fibras naturais e sintéticas permite uma ampla variedade de fios mistos, que apresentam características físicas e químicas bastante diversificadas.

A atividade seguinte envolve a conversão de fios em tecidos. A maioria dos tecidos é atualmente produzida por alguns métodos de entrelaçamento, como tecelagem ou malharia.

No processo seguinte surge o setor de beneficiamento, responsável pela limpeza, tingimento e pelo enobrecimento deste tecido através de aplicações de amaciantes e químicos que conferem ao tecido um toque e um caimento diferenciado.

Com relação à confecção, o ciclo de produção da roupa é constituído das seguintes etapas básicas: design, confecção de moldes, gradeamento, elaboração do encaixe, corte e costura, sendo que a costura é a principal etapa do processo, cabendo-lhe cerca de 80% do trabalho produtivo.

1.1 O cenário atual

O primeiro elo da cadeia têxtil é o de matérias-primas. O estudo da competitividade deste elo da cadeia é fundamental para avaliar os obstáculos e a adequação das políticas voltadas para o setor, sobretudo por se tratar de segmento responsável por um grande contingente de mão-de-obra empregada tanto na produção quanto na colheita, em se tratando de cotonicultura.

Segundo o IEMI (2001), as perspectivas da cotonicultura no Brasil, enquanto atividades competitivas, contam com diversos fatores positivos. Em primeiro lugar, do ponto de vista do consumo, há uma clara preferência por tecidos de algodão no mercado brasileiro e os novos avanços tecnológicos nas fiações e tecelagens tendem a aprimorar as características da fibra, tornando-a cada vez mais adaptada ao atendimento das necessidades do consumidor moderno. Em segundo lugar, a liberalização cambial cria um cenário econômico mais propício a expansão das “*commodities*” agrícolas em geral. Em terceiro lugar, existe uma pesquisa séria em tecnologia no país através Embrapa (Centro Nacional de Pesquisa do Algodão), visando o desenvolvimento de variedades de algodão, voltadas sobretudo para o atendimento de melhoria de qualidade da fibra.

Todas essas iniciativas indicam que, pela primeira vez, as questões de pesquisa e qualidade de matéria-prima estão sendo tratadas dentro dos canais do

mercado, com o estabelecimento de parcerias estratégicas entre o setor público e os diversos segmentos do setor privado. Entre os fatores que continuam comprometendo, no âmbito das políticas, as competitividades do algodão nacional destacam-se os juros altos, a carga tributária, fontes de financiamento, além de uma política que assegure condições eqüitativas de concorrência entre a matéria-prima nacional e a estrangeira (IEMI, 2001).

Por outro lado, estimativas indicam que há tendência para o aumento na utilização das fibras não naturais, em especial as sintéticas por parte da indústria têxtil, por fatores como incertezas ligadas à produção das fibras naturais, como as variações climáticas, de safra, de preço, além das melhorias nas fibras sintéticas, que as aproximam das naturais. O IEMI (2001) indica um crescimento de até 35%.

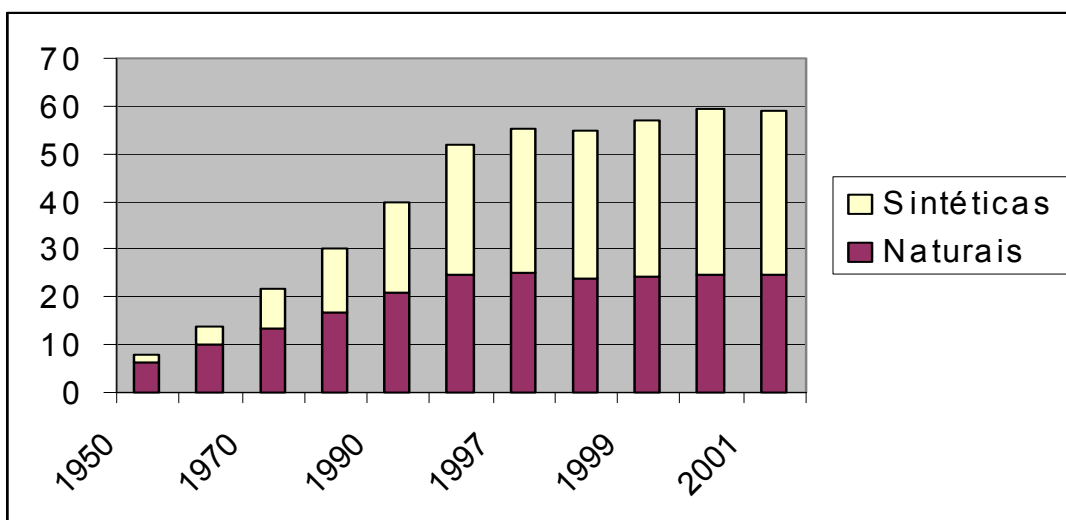


Figura 2: Consumo mundial de fibras têxteis (milhões de ton.)

Fonte: IEMI (2003)

No Brasil, o panorama do consumo e da produção de fibras não naturais, não é diferente do resto do mundo. Com a difusão do uso das fibras sintéticas, notadamente a partir da década de 70, o perfil da produção brasileira de fibras foi alterado. É visível o aumento da produtividade das fibras sintéticas em relação às fibras naturais. As fibras artificiais sofrem um decréscimo anual, em virtude do alto custo do tratamento dos efluentes, pois no processo produtivo da viscose, são utilizados enxofre e soda cáustica e, no da fibra de acetato, é utilizada a acetona,

que é volatilizada na saída da fiação. O tratamento tem que ser feito nos efluentes de água e ar, devido à liberação de ácido sulfúrico, o que torna o custo de tratamento muito alto.

A Figura 3 indica que a participação das fibras sintéticas vem aumentando gradativamente na composição da produção brasileira de fibras têxteis. O algodão ainda é a fibra de maior destaque entre as naturais. A lã representa aproximadamente 4% da produção, a juta, 1,7% e a seda, 0,4%. Dentre as fibras sintéticas, a mais importante é o poliéster, que representa quase 40% do total. Em seguida vêm as fibras de polipropileno (32,7%), de náilon (21,8%) e de acrílico (6,3%). Como o Brasil não produz mais acetato, toda a produção interna de fibras artificiais está concentrada em viscose. (ANÁLISE SETORIAL, v. II, 1999).

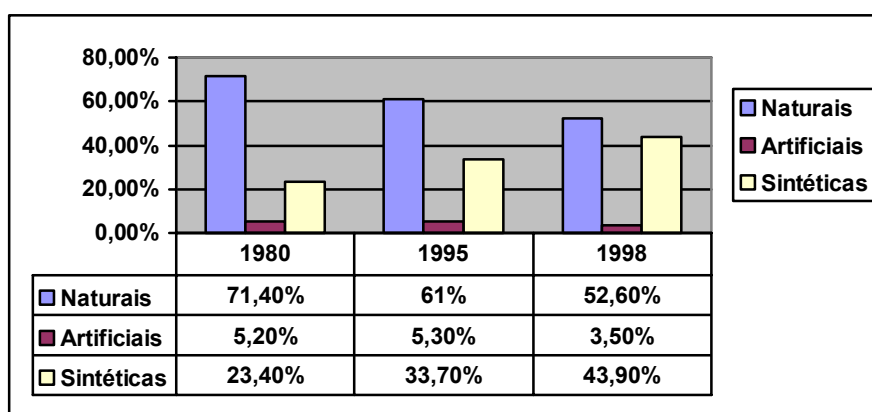


Figura 3: Composição da produção brasileira de fibras têxteis

Fonte: Análise Setorial (1999)

Como se observa na Tabela 1, a fibra que tende a apresentar maior crescimento de consumo é o poliéster, devido ao seu baixo custo e aos melhoramentos tecnológicos que fazem com que esta fibra se assemelhe cada vez mais às fibras naturais. É esperado também um crescimento razoável para o náilon, que ainda é insubstituível em certas aplicações como a *“lingerie”*. O acrílico tende a ter crescimento menor do que as outras fibras sintéticas, em razão basicamente de seu uso limitado (é substituto da lã) e de seus maiores custos de produção. (ROMERO et al., 1995)

Tabela 1: Consumo industrial de fibras e filamentos no Brasil (em mil toneladas)

| ANO | ARTIFICIAIS | | | SINTÉTICAS | | | | |
|------|-------------|---------|-------|------------|-----------|----------|---------------|-------|
| | Viscose | Acetato | Total | Poliamida | Poliéster | Acrílico | Polipropileno | Total |
| 1990 | 38,4 | 3,4 | 41,8 | 65,6 | 112,6 | 20,4 | 73,0 | 271,6 |
| 1991 | 41,6 | 3,6 | 45,2 | 69,6 | 128,5 | 29,3 | 87,6 | 315,0 |
| 1992 | 38,3 | 2,8 | 41,1 | 60,3 | 135,4 | 19,9 | 77,4 | 293,0 |
| 1993 | 49,5 | 4,5 | 54,0 | 75,6 | 160,8 | 25,1 | 86,3 | 347,8 |
| 1994 | 51,7 | 5,3 | 57,0 | 78,3 | 179,4 | 27,4 | 104,5 | 389,6 |
| 1995 | 44,7 | 7,2 | 51,9 | 99,1 | 186,5 | 26,5 | 111,9 | 424,0 |
| 1996 | 27,2 | 7,6 | 34,8 | 107,3 | 186,6 | 26,9 | 107,1 | 427,9 |

Consumo Industrial de Fibras e Filamentos no Brasil (em mil toneladas)

| ANO | ARTIFICIAIS | | | SINTÉTICAS | | | | |
|------|-------------|---------|-------|------------|-----------|----------|---------------|-------|
| | Viscose | Acetato | Total | Poliamida | Poliéster | Acrílico | Polipropileno | Total |
| 1997 | 30,5 | 2,9 | 33,4 | 101,1 | 229,6 | 31,6 | 109,0 | 471,3 |
| 1998 | 27,0 | 2,4 | 29,4 | 94,5 | 224,1 | 29,4 | 110,0 | 458,0 |

Fonte: SINTEX (2003)

Pela análise da Tabela 1, verifica-se que o poliéster sozinho representa mais do que 46% do consumo das fibras não naturais. Portanto, o poliéster é o principal concorrente do algodão. Os argumentos e justificativas, além das que já foram dadas, é a de que o poliéster assim como todas as outras fibras termoplásticas tendem a ter uma grande estabilidade dimensional se comparadas com as fibras naturais.

Há de se ressaltar que o setor produtor de fibras sintéticas e artificiais no Brasil, do mesmo modo que no resto do mundo, é bastante concentrado. São cerca de 10 grupos empresariais, predominantemente de capital multinacional, que estão presentes em outros países em desenvolvimento, onde as matérias-primas para a produção são obtidas de empresas coligadas, já que a oferta, de modo geral, é insuficiente nos países sede dessas empresas. As fibras sintéticas e artificiais nacionais são de qualidade comparável às disponíveis no mercado internacional. As exigências de escala e tecnológicas, associadas a parâmetros

rígidos de controle de qualidade e especificação técnica, praticamente forçam essa uniformização.

Desde o final de 1998, um novo perfil da indústria brasileira de fibras e filamentos têxteis sintéticos e artificiais começou a ser desenhado. Ele vem na esteira de decisões estratégicas que os grandes fabricantes mundiais vêm tomando nos últimos anos. Fusões, parcerias, *joint ventures* e outras alianças são transformações que estão ocorrendo em ritmo mais intenso.

Grandes fabricantes globais, tanto de náilon quanto de poliéster, chegaram ao país. No final de 1998, a italiana Radicci comprou o negócio de acrílicos da Rhodia-Ster. A norte-americana Unifi, Inc. Adquiriu duas fábricas da Hoechst e está produzindo filamentos texturizados de poliéster. A brecha para a entrada da empresa no país foi dada quando a Hoechst dissolveu sua *joint venture* com a Rhodia na Fairway Filamentos e vendeu suas fábricas de poliéster – as de Alfenas (MG) e Jacareí (interior de São Paulo) para a Unifi, e as de Santo André e Osasco (grande São Paulo), para a brasileira Ledervin, do grupo J. Serrano. Com o fim da Fairway, a Rhodia retomou seu *core business* original, o náilon, e concentrou as quatro atividades da área (fios têxteis, fios industriais, plásticos de engenharia e intermediários) numa nova empresa: a Rhodia Poliamida América do Sul.

O setor fatura algo em torno de US\$ 1 bilhão por ano, movimentando cerca de 270 mil toneladas. Hoje, entre 27 e 28% de todo o tecido consumido no Brasil é sintético ou artificial. O restante é proveniente de algodão e outras fibras naturais. Com o avanço das tecnologias de produção, acredita-se que a participação dos sintéticos e artificiais na cadeia têxtil brasileira cresça para 35% em 2004. (ANÁLISE SETORIAL, v. II, 1999).

O segundo elo da cadeia têxtil é o setor de fiação, responsável pela produção de fios e filamentos.

Segundo análise do IEMI (2001), o segmento de fiação no Brasil é caracterizado por ser de alto investimento e composto por empresas de médio e grande porte. Os fios brasileiros das grandes empresas são competitivos, enquanto que organizações de menor porte não alcançam escalas econômicas suficientes de produção para operar nesse segmento, globalizado e muito competitivo.

Após a fiação ocorre a produção de tecidos, que podem ser resultantes de dois principais processos distintos, a tecelagem e a malharia.

A malharia é um segmento que abarca empresas de pequeno porte e é menos intensiva em capital do que o segmento de tecelagem de tecidos planos. (IEMI, 2001).

Tanto os segmentos de tecelagem quanto os de malharia, sofreram forte impacto com a abertura da economia brasileira no início dos anos 90. O processo de estabilização lançado com o Plano Real trouxe altas taxas de juros e câmbio sobrevalorizado. Estes setores da indústria têxtil, sofreram quedas de produção e aumento de importação de produtos similares.

Na Tecelagem, grandes investimentos foram realizados para aquisição de novos equipamentos e para a adoção de novas técnicas de gestão. Nas empresas pequenas, a chave para a sobrevivência está na diferenciação, deixando os produtos padronizados para as que possuem capacidade de geração de grandes volumes com ganhos de escala. Nesse segmento, o Brasil detém vantagem competitiva na produção de tecidos pesados em algodão, como o os índigos, hoje reconhecidamente um grande consumidor e produtor. Há também, uma vantagem competitiva no setor de felpudos e de tecidos de cama e mesa, tanto em termos de qualidade quanto de preço. Porém, na produção de tecidos leves e sintéticos, o Brasil deixa de ser competitivo, perdendo mercado para os Asiáticos.

Comparativamente ao segmento da tecelagem, a malharia guarda duas características marcantes: maior concorrência de empresas de pequeno porte e maior grau de informalidade das empresas (IEMI, 2001). Da mesma forma que no segmento da Tecelagem, as grandes empresas, impactadas pela abertura comercial, buscaram a redução de custos, fortalecimento de suas marcas, profissionalização e todo a sorte de racionalização, bem como o fechamento de unidades de baixa produtividade, a fim de obter ganhos de escala para grandes volumes de produção. Já, as empresas de pequeno porte, buscaram e continuam atuantes nos mercados onde se exige grandes velocidades de desenvolvimentos, flexibilização da produção e diversificação de produtos.

O segmento de Confecções caracteriza-se pela falta de barreira tecnológica à entrada de novas empresas e baixo investimento requerido para a construção de uma unidade produtiva de pequeno a médio porte, o que acaba fazendo com que o segmento tenha um grande número de empresas atuando. (IEMI, 2001). A intensidade de utilização de mão-de-obra também faz com que o custo salarial seja elevado, explicando em parte a migração das empresas deste segmento para regiões onde o custo da mão-de-obra é relativamente mais barato. No Brasil, as pequenas empresas representam 70% do total, as médias 27% e os outros 3% são representados pelas grandes empresas. (IEMI, 2001).

Cunha (2002), acrescenta que nenhuma outra indústria tem de acompanhar tão rapidamente as mudanças de estilo de vida dos consumidores quanto ao do vestuário. Seus produtos devem atender aos requisitos da moda e têm curta vida útil. Prossegue dizendo que ainda, que o mercado das confecções de vestuário caracteriza-se por ser volátil e dinâmico em progressão crescente, vista a rapidez de resposta de empresas que querem atuar globalmente.

Segundo Cunha (2002), o consumo mundial de têxteis vem apresentando crescimento declinante. O crescimento é vegetativo em mercados já maduros e relaciona-se mais à moda e ao conforto. Ainda de acordo com o autor, o consumo deverá crescer mais rapidamente em países em desenvolvimento, mas, em média, a taxa será inferior a dos últimos 20 anos, por outro lado, mercados da Ásia, América do Sul e Europa Central tenderão a apresentar maior dinamismo.

No caso do Brasil, existe um potencial bastante animador em virtude da demanda reprimida, contudo o governo terá um papel definitivo no futuro do setor, pois é eminente a necessidade de desoneração da carga de imposto que incide sobre os bens e a produção.

1.2 Desafios para a cadeia têxtil

A economia brasileira atravessa, hoje, uma fase de grande instabilidade e de incertezas. Embora as ações e políticas do atual governo recém eleito, tenham conseguido de alguma forma reestabilizar a moeda nacional, por outro lado, as reformas tão necessárias para o país, para desonerar as pesadas cargas sobre o setor produtivo, como a reforma tributária e fiscal, são assuntos inacabados.

Por conseguinte, as empresas, buscam aumentar a competitividade de seus produtos no mercado através da redução de custo, do aumento de produtividade, da redução do tempo de produção e por meio de maior flexibilidade de sua produção (GOEDERT, 1999). Mas, hoje, tudo isso, só não basta!

Há necessidade urgente de se rever principalmente, as questões relativas às estratégias, diga-se aqui o desenvolvimento e posicionamento do produto, mercado e SCM, bem como as questões relativas à inovação e da tecnologia adotada pelo setor como meio da busca da competitividade global.

Para reforçar o posicionamento da imprevisibilidade Hamel (2002), afirma: “em um mundo tão mutante quanto imprevisível, só ganha o jogo quem estiver disposto a reescrever periodicamente as regras de sua empresa e de seu setor”.

É neste contexto que se encontra atualmente todas as empresas do setor têxtil brasileiro, uma era de grandes transformações em velocidades absurdamente inimagináveis.

1.2.1 Estratégias competitivas

O novo cenário internacional vem provocando intensas alterações na maneira como se estrutura a competitividade nos setores produtivos. Segundo Kiperstok et al. (2003), as vantagens comparativas tradicionais, como a dotação de fatores e recursos naturais, assim como, a mão-de-obra a baixo custo (vantagens dadas, estáticas, constantes), vem cedendo lugar à informação e à densidade tecnológica, fazendo com que as vantagens comparativas tendam a tornar-se vantagens competitivas (vantagens construídas, dinâmicas).

Há uma série de trabalhos disponível na literatura que se propõe a estudar competitividade dinâmica dos setores produtivos em face desta nova conjuntura, dentre os quais podem-se citar os estudos de Ferraz et al. (1995 apud CAVALCANTE, 1998). Estes autores definem competitividade como a capacidade da empresa de formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permita ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado.

Existem inúmeras maneiras para se avaliar e interpretar o grau de competitividade de uma empresa perante suas concorrentes. Para Prahalad (1994), por exemplo, a inovação é o caminho para o sucesso empresarial: como os produtos tendem a tornar-se cada vez mais próximos em termos de especificação e vantagens para os clientes (tendem a transformar-se em “Commodities”), a capacidade de criar novas necessidades de mercado e atendê-las antes da concorrência é o grande diferencial.

Dentre todas as abordagens teóricas, porém, talvez a mais completa seja a de Porter (1985), que distingue dois grandes setores estratégicos de competitividade: custo e diferenciação. Assim, em médio prazo, uma empresa pode escolher entre oferecer um produto padronizado a um custo muito baixo (menor que a concorrência) ou diferenciá-lo, criando valores agregados que justifiquem dispêndios extras para a sua aquisição. Porém, em longo prazo a empresa deve unir estes dois fatores de competitividade, oferecendo produtos baratos e diferenciados.

Já para Mintzberg (1988), se as empresas adotarem as estratégias genéricas definidas por Porter, estas devem obrigatoriamente fazer uma escolha entre as seguintes: “ser todas as coisas para todas as pessoas”, seria a receita para mediocridade estratégica e desempenho abaixo da média...”.

Em outras palavras, a empresa que não é bem sucedida na implementação de uma das estratégias genéricas, estará “presa no meio de um atoleiro”. Na verdade, o que Mintzberg propõe, é um modelo mais abrangente, pois segundo ele próprio, a estratégia genérica de Porter é limitada, pois uma companhia poderia, obviamente, cortar custos ao mesmo tempo, que mantivesse os preços equivalentes aos seus concorrentes, mas geralmente isso significaria menos serviço, menos qualidade, menos características, etc, e portanto os

consumidores teriam que ser atraídos pelos preços baixos. [Veja Mintzberg 1988, p. 14-17 para uma discussão completa desta questão].

Por conseguinte, Mintzberg (1988) apresenta o modelo da estratégia de diferenciação, como forma de identificar a essência do negócio, através de seis maneiras básicas: qualidade; design; suporte; imagem; não diferenciação; preço.

Esta discussão torna-se importante, para que possamos reconhecer o processo de estratégia hoje em dia. Hoje, administrar a estratégia é administrar a mudança, Mintzberg (1988). Portanto, não há mais lugar para estratégias prescritivas. O uso de tais estratégias como se fossem receitas de sucesso, podem colocar as organizações em desvantagem frente a seus concorrentes que desenvolvem suas estratégias de forma mais criativas.

Para corroborar com a afirmação acima, Tanrion (2003) afirma que em breve não mais estaremos falando em competições entre empresas, mas sim entre cadeias produtivas.

Em outras palavras, quando as organizações trabalham independentemente, tendem a desenvolver custos e ineficiências nas suas interfaces de negócios.

Para serem mais competitivas, as empresas necessitam de coordenação e colaboração com os demais participantes de cadeia produtiva. Obrigando-as a atuarem proativamente, de maneira a otimizarem a cadeia produtiva. Através da busca constante de parcerias e estabelecendo relacionamentos duradouros em clientes e fornecedores.

Tais colaborações são um meio muito mais efetivo de satisfazer lucrativamente as necessidades dos clientes. Do que a simples execução de múltiplas atividades de agregação de valor estabelecidas anteriormente nos modelos estáticos e prescritivos.

Surge então, uma nova definição do valor, ou do valor flutuante, tal como ocorre nos processos de melhoria contínua, o valor está sujeito a mudanças.

Na verdade o que se está falando é de um estado de mudança. Nunca antes um tempo foi marcado por descontinuidades e incertezas como o atual e que se traduz em mudança. A idéia central é de que a empresa atua em um meio

de permanente mudança e de que o ritmo dessas mudanças só tende a aumentar.

O processo de mudança sempre fez parte da história evolucionista da humanidade. A novidade que enfrentamos hoje é a rapidez com que surgem as necessidades de mudanças. O mais surpreendente é que as mais significativas mudanças da civilização ocorreram apenas nas últimas duas décadas.

Giddens (1991) ilustra muito bem o que foi afirmado quando fez uma analogia da evolução da civilização com a duração de um dia; “[...] agricultura teria sido inventada às 11:54 p.m., e as civilizações teriam sido introduzidas às 11:57 p.m. Já a moderna sociedade teria nascido apenas às 11:59:30”.

Esta abordagem encontra eco em autores renomados ultrapassando a condição de modismo, desde Chester Barnad e Henry Mintzberg até Peter Drucker e M. Wheatley.

Inclusive, Wheatley (1994) explora muito bem este quadro ao introduzir os conceitos da teoria da física quântica e da teoria do Caos dentro das organizações. Cita a descoberta do meteorologista Edward Lorenz de que perturbações insignificantes nas condições iniciais impediam qualquer previsibilidade, pois levavam a efeitos não mais apenas quantitativamente diferentes, mas de natureza também diferente. Assim nascia a teoria do Caos, um tipo de ordem que admite fatores não determinísticos.

O mundo empresarial e a maioria de seus líderes já se deram conta que o modelo de negócios que surgiu a mais de um século atrás nas indústrias britânicas, não é mais suficiente para os dias de hoje. O problema está em que modelo adotar para tornar-se competitivo diante da complexidade e da tecnologia que se apresenta nos dias da era global.

1.2.2 Inovação tecnológica

De acordo com Imparato (1997), os principais agentes de mudança da atualidade, globalização e tecnologia, são os responsáveis pelo imperativo da inovação. A globalização, segundo o mesmo autor, diversifica o mercado, aumenta o número de concorrentes, dá mais opções para o cliente e oferece um

sem-número de oportunidades. A tecnologia faz da velocidade a base da competição e obriga as empresas a reformular processos que um dia já foram eficazes.

Para Souza Almeida (1988) tecnologia é qualquer procedimento, conhecimento ou utensílio através do qual a sociedade amplia o alcance das capacidades humanas. Para o entendimento de Porter (1998), a tecnologia é a fonte das vantagens competitivas, pois é através da tecnologia que se dá a aplicação sistemática de conhecimentos elaborados pela ciência, e também pela experiência, à produção de bens e serviços.

O conceito de inovação está relacionado à introdução de algo novo junto a um mercado potencialmente consumidor (FIATES e SCHNEIDER, 1998).

A inovação à qual se refere Schumpeter (1911 apud CAVALCANTE, 1998) contempla aspectos diferenciados – novos produtos e processos, diferenciação de produtos, novos mercados, novas posições de mercado, linhas de fornecimento e distribuição e estruturas de mercado. Hagedoorn (1994 apud CAVALCANTE, 1998) classifica as inovações propostas por Schumpeter em técnicas – aquelas que se referem à introdução ou melhoria de produtos e processos -, de mercado e organizacionais. Esta tipologia está, portanto, relacionada com objeto da inovação.

Kruglianskas (1996), diferencia a invenção da inovação, *“a invenção envolve a formulação de uma proposta inédita, e a inovação constitui um processo”*. Já Stoner e Freeman (1999) diferenciam inovação de invenção, definido esta como uma idéia, um projeto ou um modelo de um produto, processo ou *“design”*, que para se transformar em inovação precisa ser validada pelo mercado.

Com relação ao processo de inovação, Mañas (apud GOEDERT, 1999) alerta dizendo que: “o processo de inovação normalmente começa com o reconhecimento de um problema ou necessidade que estimula a pesquisa e as atividades de desenvolvimento projetadas para criar uma inovação, para resolver o problema ou necessidades”.

Goedert (1999), alerta para o fato de que o conceito de inovação é amplo, envolve aspectos comportamentais e agentes de mudanças, a inovação segundo

o autor é “a ação efetiva da idéia através de sua difusão para alavancagem do negócio”.

A onda inovadora, segundo Imparato (1997), influencia todos os aspectos da vida empresarial.

Roberts (1984), afirma o seguinte sobre a gestão da inovação tecnológica:

[...] é a organização e a direção dos recursos, tanto humanos como econômicos, com a finalidade de aumentar a criação de novos conhecimentos; a geração de idéias técnicas que permitam obter novos produtos, processos e serviços e melhorar os já existentes; o desenvolvimento de idéias e protótipos de trabalho; e a transferência destas mesmas idéias para as fases de fabricação, distribuição e uso.

Segundo Tornatzky e Fleischer (1990), a inovação tecnológica “envolve situações de novos desenvolvimentos e a introdução de novos conhecimentos derivados de ferramentas, artefatos e aparelhos, os quais as pessoas entendem e que interagem com o meio ambiente, isto é, nos contextos social e tecnológico”.

Para Porter (1998) a inovação é a única maneira de desenvolver e sustentar uma vantagem sobre a concorrência, mas esta inovação tem de envolver uma direção estratégica consistente, ou seja, é preciso haver uma visão estratégica dentro do qual inovar.

Mudança descontínua, capitalismo sem fricção, novos competidores, convergência de estratégias e ciclos de vida de produtos cada vez mais curtos são fatores que tendem a minar o sucesso das atuais estratégias que vem sendo adotadas pelas empresas em todo o mundo. Assim, a inovação e o desenvolvimento tecnológico devem passar a ser o valor máximo das empresas, substituindo a qualidade – que deve ser algo dado como certo (HAMEL, 2002).

Na análise dos aspectos tecnológicos e da inovação, observa-se, portanto, que a tecnologia implica mecanismos de busca e aprendizagem para melhorar a eficiência produtiva e o desenvolvimento de novos produtos e métodos de produção; e isto envolve um conjunto de padrões tecnológicos para um período considerável de tempo. A inovação é vista como elemento que traz dentro de si a possibilidade de ruptura, criando incertezas e desestabilizando os ambientes competitivos nos quais as empresas se inserem.

A inovação tecnológica, na maioria das organizações do setor têxtil brasileiro, não tem sido planejada, desenvolvida e implementada à luz de padrões de eficiência e eficácia, sobretudo no que tange à qualidade e prazos; nem por isso, deixa-se de se observar “ilhas de excelência”. Todavia, estas experiências positivas de algumas empresas têxteis brasileiras, devem-se principalmente às observações baseadas nas próprias práticas e experiências de terceiros, do que propriamente algo estruturado de forma sistemática, como um processo de inovação e de desenvolvimento tecnológico sustentado, deva ser.

Uma possível explicação para o fato anterior, é que de um modo inevitável, a política econômica se mistura com a da ciência e da tecnologia, este problema é particularmente graves nos países em desenvolvimento. Dessa forma, instaura-se nestes países uma grande dependência da tecnologia estrangeira ou de países já desenvolvidos.

Criar e renovar vantagens competitivas são exigências para sobreviver nesse mercado e a tecnologia se apresenta como um fator chave na busca de soluções que distingam, favoravelmente, cada empresa, dos seus concorrentes. Como regra geral (UFRGS, 2003), sustenta que o sucesso no mercado global requer estratégias apoiadas intensivamente no uso da tecnologia e uma postura inovadora, vislumbrando tendências e se antecipando às oportunidades do mercado sem, contudo, perder de vista a otimização dos custos.

Assim, a capacidade de inovar, como competência organizacional, passa a ser determinante para a competitividade das empresas e deve ser estratégica para aquelas que buscam construir uma vantagem duradoura sobre a concorrência.

1.2.3 As competências essenciais

Cabe concluir, portanto, que o complexo têxtil brasileiro tem de fazer um grande esforço de investimento em inovação tecnológica e de desenvolvimento de suas competências essenciais⁵ para ser competitivo. Deve desenvolver

⁵ Conjunto de habilidades e tecnologias que quando integradas permitem a uma empresa oferecer um determinado benefício, único ao cliente. (HAMEL, 2002)

habilidades, conhecimento tecnológico e estruturas organizacionais requeridas para operar eficientemente uma tecnologia e suportar qualquer processo de mudança tecnológica. Esta capacitação tecnológica pode ser temporariamente construída internamente ou buscada de fontes externas; porém, as capacidades centrais têm que ser desenvolvidas pelas empresas e expandidas no tempo (UNITED NATIONS CONFERENCE OF TRADE E DEVELOPMENT, 1996).

Para capacitar-se tecnologicamente, uma empresa pode dispor de várias fontes de informação, destacando-se: a pesquisa e o desenvolvimento na própria empresa; treinamento de pessoal; utilização e adaptação de novos equipamentos adquiridos; aquisição de patentes; institutos de pesquisa; associações com empresas; relações com clientes; e relações com fornecedores.

De qualquer forma para as empresas têxteis brasileiras se inserirem no contexto competitivo internacional, precisam além de tudo de atitude como de conhecimento, bem como, oportunidade e capacidade de mudar. A atitude é uma característica da forma de se a empresa e dos indivíduos que a compõem. Há também a necessidade das empresas perceberem a sua situação tecnológica e gerencial e se comparar com as existentes ou que possam a vir a existir, de forma a provocar mudanças incrementais e dinâmicas dentro da empresa que dêem a ela a sustentação necessária no mercado competitivo.

Entretanto, alguns gargalos devem ser superados para que se possa atuar eficientemente numa economia aberta e num setor exportador como o têxtil.

Com o objetivo de reforçar este ponto de vista, é extraído de Monteiro Filha e Corrêa (2002) uma síntese explicativa do momento conjuntural na área de exportação:

- a) Na cadeia de produção têxtil-confecções, não é possível analisar o desempenho de fibras químicas sem forte referência às fibras naturais, e vice-versa. A partir da fiação, as fibras são mescladas em proporções crescentes, na busca de tecidos com características especiais não só de uso, mas também de qualidade/custo. Isso implica desafios constantes para atingir padrões de qualidade e produtividade, em especial nas atividades de acabamento, que exigem novos conhecimentos e processos químicos específicos, aumentando assim a substitutividade/complementaridade entre as fibras naturais e as sintéticas.
- b) No Brasil, existe suboferta de fibras químicas diferenciadas, o que afeta a competitividade nacional nas cadeias de produção e comercialização, principalmente diante dos asiáticos. A falta de coordenação da cadeia produtiva impede o país de participar nas estruturas de *governance* que vêm sendo montadas a partir do cliente final.

c) No segmento de fibras químicas, é necessária a especialização em nichos mais lucrativos, de qualidade diferenciada, com o uso de novas fibras químicas e novos processos produtivos.

d) A proximidade com os maiores mercados consumidores, aliada a técnicas para diminuir o tempo de concepção, produção e comercialização, permite que a produção seja “puxada” pelas voláteis demandas da moda que predominam no setor. A organização da indústria têxtil nos países desenvolvidos vem transformando-se e adequando-se a um regime de mercado comprador, cabendo ressaltar que essa estrutura é difícil de implantar.

e) O mercado final está mais exigente em termos de qualidade e novidade, com a conseqüente redução de tempo dos ciclos de lançamento de produtos. Grandes empresas de tecidos e confecções, especialmente as integradas, movimentam-se rumo à ponta do mercado, tornando-se produtores com marca. As demais empresas de confecções estão gradualmente se reestruturando para qualificarem-se como fornecedoras.

Com relação à grande maioria das empresas, observa-se:

a) A ausência de parcerias/alianças estratégicas ou, num conceito mais abrangente, a ausência de redes integradas de empresas, tanto no varejo (com investimentos em pontos-de-venda, para melhor expor o produto) como nas parcerias com fornecedores

(para desenvolvimento de novos produtos, aquisição de matérias-primas e estabelecimento de etapas conjuntas de produção, como, por exemplo, no acabamento).

b) O baixo nível de informação e a ausência de sistemas de quick response, como EDI e ECR.

c) A pouca agilidade e dificuldade para produzir em lotes menores.

d) A comercialização ineficiente, com equipe de vendas pequena e inexperiência no mercado internacional (umas poucas empresas são responsáveis pela maior parte das exportações têxteis nacionais).

e) O baixo investimento em desenvolvimento de produto e design.

Já Cunha (2002 apud GORINI, 2000), analisa a reestruturação do setor têxtil no Brasil, após o ano de 1994 (abertura econômica), sob a seguinte ótica:

- Concentração da produção no setor têxtil, com intensificação do capital, e pulverização do segmento de confecção, que se caracteriza pela grande informalidade;
- Aumento da relação capital/trabalho (maior produtividade por empregado) na indústria têxtil, o que não ocorreu com a indústria da confecção, segmento de mão-de-obra intensiva;
- Declínio da produção de tecidos planos, o que causou falência de empresas, especialmente produtores de tecidos artificiais e sintéticos (mais atingidos pelas importações da Ásia) e substituição da produção de tecidos planos pela malha de algodão, matéria-prima que requer menor investimento e gera produtos mais acessíveis à nova parcela de consumidores que o Plano Real incorporou ao mercado;

- Deslocamento de empresas para o Nordeste brasileiro e outras regiões de incentivo, com formação de cooperativas de trabalho e menores custos de mão-de-obra;
- Mudanças do “mix” de produção das empresas – algumas reduziram a gama de produtos, outras aumentaram e um terceiro grupo passou a atuar mais diretamente no mercado externo. Estratégias específicas de desenvolvimento de novas marcas, canais de distribuição, investimentos em máquinas e equipamentos, foram largamente aplicadas para o aumento da competitividade no mercado.

Na Tabela 2, Fleury et al. (2001) relacionam as competências essenciais que as empresas têxteis devem desenvolver, para que possam atuar eficientemente numa economia aberta e num setor exportador como o têxtil.

Tabela 2: Competências Essenciais a serem Desenvolvidas

| Tipo de empresa | Competências essenciais |
|-----------------------|--|
| Produtores de Fibras | <p>Saber focar a estratégia competitiva entre produção de commodities e nichos especializados.</p> <p>Saber estabelecer parcerias estratégicas no interior das cadeias têxteis.</p> <p>Saber estabelecer parcerias estratégicas com fornecedores de insumos e de tecnologia.</p> <p>Saber gerenciar produção e operações logísticas, transporte e armazenagem.</p> |
| Produtores com Marcas | <p>Criar capacidade de atuar no mercado global.</p> <p>Saber identificar as tendências do mercado e as mudanças no comportamento do cliente.</p> <p>Saber direcionar-se para segmentos específicos de clientes (conceito e design).</p> <p>Saber desenvolver e gerenciar parcerias</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>estratégicas.</p> <p>Desenvolver estratégias de produção própria e de subcontratações.</p> |
| Comercializadores com Marcas | <p>Criar capacidade de atuar no mercado global.</p> <p>Saber identificar tendências do mercado e as mudanças de comportamento do cliente.</p> <p>Saber direcionar-se para segmentos específicos de clientes (conceito e design).</p> <p>Saber desenvolver e gerenciar parcerias estratégicas.</p> <p>Desenvolver estratégias de produção própria e de subcontratações.</p> |
| Varejistas | <p>Saber desenvolver e gerenciar parcerias estratégicas.</p> <p>Saber gerenciar cadeias de fornecimento.</p> <p>Desenvolver logística e gestão de materiais.</p> |
| Fornecedores de Pacotes com Marca (Criam Marca Própria) | <p>Saber desenvolver estratégias com foco no cliente e orientação para serviço.</p> <p>Ter competência própria para o marketing, design, e comercialização.</p> <p>Saber aperfeiçoar processos produtivos por meio de gerenciamento de custos e redução dos tempos de processamento e logística.</p> |

Competências Essenciais a serem Desenvolvidas

| Tipo de empresa | Competências essenciais |
|---|--|
| Fornecedores de Pacotes Completos (Recebem as especificações, desenvolvem o processo e entregam o produto com a marca do cliente) | <p>Saber desenvolver estratégias com foco no cliente e orientação para serviço.</p> <p>Saber trabalhar em regime de engenharia simultânea.</p> <p>Saber aperfeiçoar processos produtivos por meio de gerenciamento de custos e redução dos tempos de processamento e</p> |

| | |
|---|---|
| | logística. |
| Fornecedores Especializados (Operam como fornecedores de pacotes completos, mas decidem sobre a logística e a comercialização do produto) | Saber desenvolver produtos. Saber fazer parcerias estratégicas. Desenvolver tecnologia de produtos e produção. Saber aperfeiçoar processos produtivos por meio de gerenciamento de custos e redução dos tempos de processamento e logística. |
| Faccionistas (Recebem especificações sobre produtos e processos, recebem insumos, realizam a maufatura e retornam o produto ao cliente para outras operações) | Saber desenvolver estratégias com foco no cliente e orientação para serviço. Saber aperfeiçoar processos produtivos por meio de gerenciamento de custos e redução dos tempos de processamento e logística. |

Fonte: Fleury et al. (2001), adaptado pelo Pesquisador.

Neste trabalho de Fleury et al. (2001) pode-se observar três modelos de organização: produtores com marca (*“branded manufacturers”*), comercializadores com marca (*“marketers”*) e varejistas (*“retailers”*).

Os produtores com marcas são empresas inicialmente dedicadas à produção de vestuário que se caracterizavam pela fabricação do produto completo com sistemas integrados de produção. Para Monteiro Filha e Corrêa (2002), as operações, que eram verticalizadas desde a compra de tecidos até a comercialização, foram gradualmente mudando de foco, e as empresas passaram a se preocupar mais com as atividades a jusante, ou seja, com o *“design”*, o *“marketing”* e a comercialização, com parte das atividades de produção sendo contratada. O estudo de caso que configura a empresa descrita acima é o da Levi Strauss & Co..

Os comercializadores com marcas têm suas competências focalizadas em *“design”* e comercialização, mas não chegam a se envolver em atividades produtivas, que são totalmente subcontratadas. Nike, Donna Karan, Ralph Lauren, Fórum, Ellus são alguns exemplos desse caso.

Os varejistas com marcas são aqueles que fazem a comercialização através de grandes redes de distribuição, criando assim um canal alternativo que

privilegia principalmente as empresas de confecção que adotam estratégias de padronização, alta escala e de preços baixos. Renner, C&A, Wall Mart, Carrefour são alguns dos exemplos para esse caso.

No estudo dos processos competitivos, é de fundamental importância o conhecimento das características e processos industriais para uma melhor compreensão do atual padrão de concorrência setorial. O processo produtivo da indústria têxtil é caracterizado pela descontinuidade das operações, formando uma cadeia em que o resultado de cada etapa constitui o principal insumo da etapa seguinte: beneficiamento de fibras naturais, fiação, tecelagem e acabamento de tecidos. Para a dinâmica da indústria, é também importante a característica dos produtos. No setor têxtil, a indústria de confecções é o principal consumidor, embora venham assumindo relevância cada vez maior na composição da demanda os produtos destinados ao uso doméstico e industrial.

A força propulsora deste desenvolvimento foi a necessidade dos países industrializados de converterem suas indústrias têxteis de trabalho intensivo para uma atividade de capital intensivo, única maneira para se defenderem da competição dos países emergentes, onde os custos de mão-de-obra são incomparavelmente menores.

ANEXO C

“HELP” Do Programa:**EN5V006 -Simulação de Desenvolvimento de Malha**

Manter a simulação de Desenvolvimento de Malha (Básica ou Moletom).

Tab Básica

Dados da Requisição para Desenvolvimento da Malha Básica.

Requisição:

Número da Requisição do Simulador

Descrição da Requisição

Botão Custo

Chama a tela EN5Q007 - Simulação de Custo de Malha

Botão Título

Chama a tela EN5Q008 - Cálculo do Título

Botão C.P.

Chama a tela EN5Q009 - Cálculo do Comprimento do Ponto

Botão Gram.

Chama a tela EN5Q010 - Cálculo da Gramatura

Botão F.C.

Chama a tela EN5Q011 - Cálculo do Fator de Cobertura

Botão Result.

Chama EN5Q012 - Cálculo das Resultantes

ER Acabado

ER Acabado

Dados para o teste de desenvolvimento da malha em ER Acabado

Teste:

Seqüência de Teste do Desenvolvimento da Malha

FTB:

Número da Ficha Técnica de Beneficiamento

Título(NE):

Titulo do Fio

CP (cm):

Comprimento do Ponto

Cursos p/3cm:

Valor dos Cursos p/3cm

Fórmula: $(KW / CP) * 3$

Colunas p/3cm

Valor das Colunas para 3 cm

Fórmula: $(KW / CP) * 3$

Largura Tub.(cm):

Largura da Tubulação - o valor não pode ultrapassar o que está cadastrado nos Parâmetros da Engenharia Têxtil

(Fórmula: $((\text{Número de Agulhas} * 3) / \text{Numero Colunas} * 2))$

L.F.A. (m):

L.F.A. - Alimentação de fio em uma volta no tear.

Fórmula: (Número de Agulhas * CP)/100

Kc:

Percentual das Constantes dos Cursos

Kw:

Percentual das Constantes das Colunas

Ks:

KS - Constante diretamente proporcional ao Kw que identifica a forma Geométrica da laçada do tecido da malha.

Fórmula: $KC * Kw$

Kr:

KR - Constante diretamente proporcional ao Kc que identifica a forma geométrica da laçada do tecido da malha.

Fórmula: Kc/Kw

Gram.(g/m²):

Valor da Gramatura

Fórmula: $((Ks/(CP*CP))*(590.5/titulo)*CP)/10$.

Número Agulhas:

Número de Agulhas

Finura:

Valor da Finura

Acabado

Dados para o teste de desenvolvimento da malha - Acabado

Teste:

Seqüência de Teste do Desenvolvimento da Malha

FTB:

Número da Ficha Técnica de Beneficiamento

Título (NE):

Título do Fio

CP (cm):

Comprimento do Ponto

Cursos p/3cm:

Valor dos Cursos p/3cm

Colunas p/3cm

Valor das Colunas p/3cm

Largura ab.(cm):

Valor da Largura Ab em cm

Fórmula: $(\text{Número Agulhas} * 3) / \text{Número de Colunas}$

L.F.A.(m):

L.F.A. - Alimentação de fio em uma volta no tear.

Kc:

Kc - Percentual das Constantes dos Cursos

Este valor é obtido através da seguinte fórmula:

$Kc \text{ ER Acabado} - ((Kc \text{ ER Acabado} * \% \text{ A.D. Compr.}) / 100)$.

Kw:

Kw - Percentual das Constantes das Colunas

Este valor é obtido através da seguinte fórmula:

$Kw \text{ ER Acabado} - ((Kw \text{ ER Acabado} * \% \text{ A.D. Largura}) / 100)$.

Ks:

KS - Constante diretamente proporcional ao Kw que identifica a forma geométrica da laçada do tecido da malha.

Kr:

KR - Constante diretamente proporcional ao Kc que identifica a forma geométrica da laçada do tecido da malha.

Gram.(g/m²):

Valor da Gramatura

Número Agulhas:

Número de Agulhas

Finura:

Valor da Finura

Moletom

Dados da Requisição para Desenvolvimento da Malha

Requisição:

Número da Requisição do Simulador

Descrição

Descrição da Requisição

Largura:

Percentual de Encolhimento na Largura

Compr.:

Percentual de Encolhimento no Comprimento

Custo

Chama a tela EN5Q007 - Simulação de Custo de Malha

Título

Chama a tela EN5Q008 - Cálculo do Título

C.P.

Chama a tela EN5Q009 - Cálculo do Comprimento do Ponto

Gram.

Chama a tela EN5Q010 - Cálculo da Gramatura

F.C.

Chama a tela EN5Q011 - Cálculo do Fator de Cobertura

Result.

Chama EN5Q012 - Cálculo das Resultantes

ER Acabado

Teste:

Seqüência de Teste do Desenvolvimento da Malha

FTB:

Número da Ficha Técnica de Beneficiamento

Descrição

Descrição da Ficha Técnica de Beneficiamento

ER Acabado

Dados para o teste de desenvolvimento do Moletom em ER Acabado

Seqüência:

Seqüência do cabo de desenvolvimento da malha

Título(NE):

Titulo do Fio

CP(cm):

Comprimento do Ponto

Cursos p/3cm:

Valor dos Cursos p/3cm

Fórmula: $(Kc/CP)^3$

Colunas p/3cm:

Valor das Colunas para 3 cm

Fórmula: $(Kw/CP)^3$

Largura Tub.(cm):

Largura da Tubulação - o valor não pode ultrapassar o que está cadastrado nos Parâmetros da Engenharia Têxtil

Fórmula: $(\text{Número de agulhas}^3)/(\text{numero de agulhas}^2)$

L.F.A.(m):

L.F.A. - Alimentação de fio em uma volta no tear.

Fórmula: $(\text{Número de Agulhas} * Cp)/100$

Kc:

Percentual das Constantes dos Cursos

Kw:

Percentual das Constantes das Colunas

Ks:

KS - Constante diretamente proporcional ao Kw que identifica a forma geométrica da laçada do tecido da malha.

Fórmula: $Kc * Kw$

Kr:

KR - Constante diretamente proporcional ao Kc que identifica a forma geométrica da laçada do tecido da malha.

Fórmula: Kc/Kw

Gram.(g/m²):

Valor da Gramatura

Fórmula: $((Ks/(CP * CP)) * (590.5/Titulo) * CP)/10$

Número Agulhas:

Número de Agulhas

Finura:

Valor da Finura

Resultante ER Acabado

Titulo

Resultante de Título

CP

Resultante de CP

Cursos p/3cm

Resultante de Curso p/ 3cm

Colunas p/3cm

Resultante de Curso p/ 3cm

Largura ab.

Resultante de Largura Tub. (cm)

L.F.A

Resultante de L.F.A. (m)

Kc
 Resultante de Kc
 Kw
 Resultante de Kw
 Ks
 Resultante de Ks
 Kr
 Resultante de Kr
 Gram.(g/m²)
 Resultante de Gramatura (g/m²)
 Acabado

Dados para o teste de desenvolvimento do Moleton na posição de Acabado

Seqüência:
 Seqüência de Cabos do Desenvolvimento do Moleton
 Título(NE):
 Título do Fio
 CP(cm):
 Comprimento do Ponto
 Cursos p/3 cm:
 Valor dos Cursos para 3 cm
 Colunas p/3 cm:
 Valor das colunas para 3 cm
 Largura ab.(cm):
 Valor da Largura ab. em cm
 Fórmula: (Número de Agulhas *3)/Número Colunas
 L.F.A.(m):
 Valor de LFA em m
 Kc:
 Percentual das Constantes dos Cursos
 Fórmula: $Kc \text{ ER Acabado} - ((Kc \text{ ER Acabado} * \% \text{ A.D.Compr})/100)$
 Kw:
 Percentual das Constantes das Colunas
 Fórmula: $Kw \text{ ER Acabado} - ((Kw \text{ ER Acabado} * \% \text{ A.D. Largura})/100)$
 Ks:
 Constante diretamente proporcional ao Kw e Kc que identifica a forma geométrica da laçada do tecido da malha
 Kr:
 Constante diretamente proporcional ao Kw e Kc que identifica a forma geométrica da laçada do tecido da malha
 Gram. (g/m²):
 Valor da gramatura em g/m²
 Número Agulhas:
 Número de Agulhas
 Finura:
 Valor da Finura
 Resultante Acabado

Sequência:

Sequência Resultante

Título

Resultante do Título

CP

Resultante do Comprimento do Ponto

Curso

Resultante de Curso

coluna

Resultante de Coluna

largura

Resultante de Largura

L.F.A.

Resultante de L.F.A.

kc

Resultante de Kc

kw

Resultante de Kw

ks

Resultante de Ks

kr

Resultante de Kr

gram

Resultante de Gramatura

agulha

Resultante de Agulhas

finura

Resultante de Finura

% A.D.

Largura:

Percentual de Encolhimento na Largura

Compr.:

Percentual de Encolhimento no Comprimento

ANEXO D

MARISOL S.A.

Menu Arquivo Editar Consultar Serviços Ajuda Sair Window

GS10001 - Sistema corporativo Marisol

EN5V006 - Simulação de Desenvolvimento de Malha

Básica Moletom

Requisição:

Custo

Título

C.P.

Gram.

E.C.

Result.

ER Acabado

| Teste: | FTB: | Título (NE): | CP (cm): | Cursos p/3cm: | Colunas p/3cm: | Largura Tub.(cm): | L.F.A. (m): | Kc: | Kw: | Ks: | Kr: | Gram. (g/m2): | Número Agulhas: | Finura: |
|--------|------|--------------|----------|---------------|----------------|-------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|---------------|-----------------|---------|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Acabado

| Teste: | FTB: | Título (NE): | CP (cm): | Cursos p/3cm: | Colunas p/3cm: | Largura ab.(cm): | L.F.A. (m): | Kc: | Kw: | Ks: | Kr: | Gram. (g/m2): | Número Agulhas: | Finura: | % A.D. Largura: | Compr.: |
|--------|------|--------------|----------|---------------|----------------|------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|---------------|-----------------|---------|-----------------|---------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

Descrição da Requisição

Record: 1/1

<OSC> <DBG>

Iniciar Caixa de entrada... Microsoft Power... MARISOL S.A. 14:01

MARISOL S.A.

Menu Arquivo Editar Consultar Serviços Ajuda Sair Window

GS10001 Salvar Dados F10 Sistema corporativo Marisol

EN5V006 - Simulação de Desenvolvimento de Malha

Básica Moletom

Requisição:

8 VALIDAÇÃO DO PROGRAMA

Custo

Título

C.P.

Gram.

E.C.

Result.

ER Acabado

| Teste: | FTB: | Título (NE): | CP (cm): | Cursos p/3cm: | Colunas p/3cm: | Largura Tub.(cm): | L.F.A. (m): | Kc: | Kw: | Ks: | Kr: | Gram. (g/m2): | Número Agulhas: | Finura: |
|--------|------|--------------|----------|---------------|----------------|-------------------|-------------|-----|-----|------|------|---------------|-----------------|---------|
| | | 18,00 | | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,00 | | | 0,00 | 0,00 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Acabado

| Teste: | FTB: | Título (NE): | CP (cm): | Cursos p/3cm: | Colunas p/3cm: | Largura ab.(cm): | L.F.A. (m): | Kc: | Kw: | Ks: | Kr: | Gram. (g/m2): | Número Agulhas: | Finura: | % A.D. Largura: | Compr.: |
|--------|------|--------------|----------|---------------|----------------|------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|---------------|-----------------|---------|-----------------|---------|
| | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | 0,00 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

Salvar dados inseridos ou modificados

Record: 1/1

<OSC> <DBG>

Iniciar Caixa de entrada... Microsoft Power... MARISOL S.A. 14:06

Fonte: O pesquisador (2004).

MARISOL S.A.

Menu Arquivo Editar Consultar Serviços Ajuda Sair Window

GS10001 - Sistema corporativo Marisol

EN5V006 - Simulação de Desenvolvimento de Malha

Básica Moletton

Requisição: 8 VALIDAÇÃO DO PROGRAMA

EN5Q009 - Cálculo do Comprimento do Ponto

| F.C.: | Título (NE): | C.P. (cm): | A.D. Provável (%): | Transfere: |
|-------|--------------|------------|--------------------|--------------------------|
| 14,00 | | | 8,23 | <input type="checkbox"/> |
| 14,50 | | | 7,65 | <input type="checkbox"/> |
| 15,00 | | | 7,08 | <input type="checkbox"/> |
| 15,50 | | | 6,50 | <input type="checkbox"/> |
| 16,00 | | | 5,93 | <input type="checkbox"/> |
| 16,50 | | | 5,35 | <input type="checkbox"/> |
| 17,00 | | | 4,78 | <input type="checkbox"/> |

ER Acabado

| Teste: FTB: | Título (NE): | CP (cm): |
|-------------|--------------|----------|
| | 18,00 | |

Acabado

| Teste: FTB: | Título (NE): | CP (cm): |
|-------------|--------------|----------|
| | | |

Número Agulhas: Finura:

% A.D. Largura: 0,00 Compr.: 0,00

Valor do Título Record: 1/7

Caixa de entrada... Microsoft Power... MARISOL S.A. 14:07

MARISOL S.A.

Menu Arquivo Editar Consultar Serviços Ajuda Sair Window

GS10001 - Sistema corporativo Marisol

EN5V006 - Simulação de Desenvolvimento de Malha

Básica Moletton

Requisição: 8 VALIDAÇÃO DO PROGRAMA

EN5Q009 - Cálculo do Comprimento do Ponto

| F.C.: | Título (NE): | C.P. (cm): | A.D. Provável (%): | Transfere: |
|-------|--------------|------------|--------------------|--------------------------|
| 14,00 | | | 8,23 | <input type="checkbox"/> |
| 14,50 | | | 7,65 | <input type="checkbox"/> |
| 15,00 | | | 7,08 | <input type="checkbox"/> |
| 15,50 | 18,00 | 0,369 | 6,50 | <input type="checkbox"/> |
| 16,00 | | | 5,93 | <input type="checkbox"/> |
| 16,50 | | | 5,35 | <input type="checkbox"/> |
| 17,00 | | | 4,78 | <input type="checkbox"/> |

ER Acabado

| Teste: FTB: | Título (NE): | CP (cm): |
|-------------|--------------|----------|
| | 18,00 | |

Acabado

| Teste: FTB: | Título (NE): | CP (cm): |
|-------------|--------------|----------|
| | | |

Número Agulhas: Finura:

% A.D. Largura: 0,00 Compr.: 0,00

Transfere o Cálculo Record: 4/7

Caixa de entrada... Microsoft Power... MARISOL S.A. 14:10

Fonte: O pesquisador (2004).

MARISOL S.A.

Menu Arquivo Editar Consultar Serviços Ajuda Sair Window

BS10001 - Sistema Computativo Marisol

EN5V006 - Simulação de Desenvolvimento de Malha

Básica Moletom

Requisição:

8 VALIDAÇÃO DO PROGRAMA

Custo

Título

C.P.

Gram.

E.C.

Result.

ER Acabado

| Teste | FTB | Título (NE) | CP (cm) | Cursos p/3cm | Colunas p/3cm | Largura Tub (cm) | L.F.A. (m) | Kc | Kw | Ks | Kr | Gram. (g/m2) | Número Agulhas | Finura |
|-------|-----|-------------|---------|--------------|---------------|------------------|------------|------|------|-------|------|--------------|----------------|--------|
| | | 18,00 | 0,369 | 44,23 | 32,03 | 88,2 | 6,95 | 5,44 | 3,94 | 21,43 | 1,38 | 190,54 | 1884 | 20 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Acabado

| Teste | FTB | Título (NE) | CP (cm) | Cursos p/3cm | Colunas p/3cm | Largura ab (cm) | L.F.A. (m) | Kc | Kw | Ks | Kr | Gram. (g/m2) | Número Agulhas | Finura | % A.D. |
|-------|-----|-------------|---------|--------------|---------------|-----------------|------------|----|----|----|----|--------------|----------------|--------|---------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | Largura: 0,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | Compr.: 0,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

Sequência de Teste do Desenvolvimento da Malha

Record: 2/2

<OSC> <DBG>

Iniciar Caixa ... MAR... Embar... Explor... Micros... 16:02

MARISOL S.A.

Menu Arquivo Editar Consultar Serviços Ajuda Sair Window

EN5V006 - Simulação de Desenvolvimento de Malha

Básica | Moletom

Requisição:
8 VALIDAÇÃO DO PROGRAMA

ER Acabado

| Teste: FTB: | Título (NE): | CP (cm): | Cursos p/3cm: |
|-------------|--------------|----------|---------------|
| | 18,00 | | 0,00 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Acabado

| Teste: FTB: | Título (NE): | CP (cm): | Cursos p/3cm: |
|-------------|--------------|----------|---------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

EN5Q010 - Cálculo da Gramatura

| Gram.(g/m2): | Título (NE): | C.P. (cm): | Ks: |
|--------------|--------------|------------|-------|
| 190,54 | 18,00 | 0,369 | 21,43 |
| 171,96 | 18,00 | 0,369 | 19,34 |
| 188,29 | 18,00 | 0,337 | 19,34 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Gram. (g/m2): Número Agulhas: Finura:

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

% A.D. Largura: Compr.:

| | |
|------|--|
| | |
| 0,00 | |
| 0,00 | |

Valor do Título Record: 4/4 <DSC> <DBG>

Windows taskbar: Iniciar, Caixa de entrada..., Microsoft Power..., MARISOL S.A., 14:13

Fonte: O pesquisador (2004).

MARISOL S.A.

Menu Arquivo Editar Consultar Serviços Ajuda Sair Window

EN5V006 - Simulação de Desenvolvimento de Malha

Básica Moletom

Requisição: 7 VALIDAÇÃO DO PROGRAMA

Custo

Ítulo

C.P.

Gram.

E.C.

Result.

ER Acabado

| Teste: | FTB: | Título (NE): | CP (cm): | Cursos p/3cm: | Colunas p/3cm: | Largura Tub.(cm): | L.F.A. (m): | Kc: | Kw: | Ks: | Kr: | Gram. (g/m2): | Número Agulhas: | Finura: |
|--------|------|--------------|----------|---------------|----------------|-------------------|-------------|------|------|-------|------|---------------|-----------------|---------|
| 1 | | 18,00 | 0,369 | 44,23 | 32,03 | 88,2 | 6,95 | 5,44 | 3,94 | 21,43 | 1,38 | 190,54 | 1884 | 20 |
| 2 | | 18,00 | 0,358 | 45,59 | 33,02 | 85,5 | 6,74 | 5,44 | 3,94 | 21,43 | 1,38 | 196,40 | 1884 | 20 |
| 3 | | 18,00 | 0,347 | 47,03 | 34,06 | 82,9 | 6,54 | 5,44 | 3,94 | 21,43 | 1,38 | 202,62 | 1884 | 20 |
| 4 | | 18,00 | 0,336 | 48,57 | 35,18 | 80,3 | 6,33 | 5,44 | 3,94 | 21,43 | 1,38 | 209,26 | 1884 | 20 |

Acabado

| Teste: | FTB: | Título (NE): | CP (cm): | Cursos p/3cm: | Colunas p/3cm: | Largura ab.(cm): | L.F.A. (m): | Kc: | Kw: | Ks: | Kr: | Gram. (g/m2): | Número Agulhas: | Finura: | % A.D. |
|--------|------|--------------|----------|---------------|----------------|------------------|-------------|------|------|-------|------|---------------|-----------------|---------|---------------|
| 1 | | 18,00 | 0,369 | 42,03 | 30,41 | 0,0 | 6,95 | 5,17 | 3,74 | 19,34 | 1,38 | 171,96 | 1884 | 20 | Largura: 5,00 |
| 2 | | 18,00 | 0,358 | 43,32 | 31,34 | 0,0 | 6,74 | 5,17 | 3,74 | 19,34 | 1,38 | 177,24 | 1884 | 20 | Compr.: 5,00 |
| 3 | | 18,00 | 0,347 | 44,70 | 32,33 | 0,0 | 6,54 | 5,17 | 3,74 | 19,34 | 1,38 | 182,86 | 1884 | 20 | |
| 4 | | 18,00 | 0,336 | 46,16 | 33,39 | 0,0 | 6,33 | 5,17 | 3,74 | 19,34 | 1,38 | 188,85 | 1884 | 20 | |

Descrição da Requisição

Record: 6/6

<OSC> <DBG>

Iniciar Caixa ... Micros... MAR... Micros...

08:11

Fonte: O pesquisador (2004).

ANEXO E

NESTE ESPAÇO INCLUIR AS 17 FOLHAS DO ANEXO E

GLOSSÁRIO

Acabamento: processos mecânicos ou químicos que mudam a estrutura molecular ou a forma geométrica das laçadas do tecido de malha. Conferem ao tecido de malha ou aos produtos têxteis as propriedades desejadas (resistência, hidrofiliidade, estabilidade dimensional e outros).

Acrílico ou Poliacrílico: fibra sintética que embora sendo a menos consumida dentre as fibras químicas têxteis, o acrílico, por suas características, ocupa espaço próprio no setor de confeccionados têxteis como o melhor substituto da lã.

Algodão: fibra natural de origem vegetal procedente do algodoeiro. O tecido a base de algodão detém melhor capacidade de absorção de umidade é adequado para o clima brasileiro, quente e úmido. A transpiração do corpo é mais bem absorvida quando se usa tecido com algodão em sua composição.

Alfa de torção por metro: determina o valor alfa de torção por metro com a seguinte equação: $\alpha = \frac{T / m}{\sqrt{Nm}}$; onde T/m é quantidade de torções por metro de fio e Nm é o título métrico do fio.

Alteração Dimensional: encolhimento, alongamento ou torção do tecido de malha ou artigo fora do especificado.

Alveamento: destruir os corantes naturais que existem nas fibras naturais para conservar uma brancura quase perfeita (alveamento por oxidação).

Ângulo de espiralidade: ângulo formado entre uma coluna e uma linha imaginária perpendicular a um curso.

Brilho: baseia-se no reflexo, quanto mais lisa e fecahada for a superfície de um corpo, tanto maior será o efeito do brilho. O efeito do brilho ainda depende do ângulo de incidência da luz.

Calandra: máquina composta basicamente por dois cilindros de aço aquecidos nos qual o tecido passa para obter os seguintes tratamentos: Dar brilho, alisar, fechar porosidades, encorpar (usando resinas), e obter outros tipos de efeitos.

Canelado: tecido com listras verticais ou horizontais em relevo.

Cashmire ou caxemira: fibra natural rara, selecionada da tosquia da cabra cashmire, encontrada na Mongólia Interior (na República Popular da China), Irã, Iraque, Turquia e Afeganistão. Conhecida desde o século XIV, a caxemira vem sendo amplamente usada na Europa desde o século XIX, sendo empregada em vestidos para crianças e misturada a outras fibras para fazer roupas externas femininas.

Celulose: polímero natural, encontrado nos vegetais, e constituído pela polimerização da celobiose, substância branca, fibrosa, usada na fabricação de papéis.

Colunas: carreira de fios distribuidos ao longo da largura do tecido de malha. Cada coluna representa uma agulha de tecimento do tear.

Comprimento do ponto ou da laçada: é o comprimento que o fio assume no entrelaçamento.

Cotton: palavra em inglês que define algodão, bem como fio, fibra ou tecido de algodão.

Crepe: Fio - Torção dada a diversos fios como: seda, lã, algodão, viscose, poliéster. Essa torção é bastante elevada: 2000 a 3500 v/m, conforme o título. Ela provoca um encolhimento do fio durante o tingimento, dando ao fio e ao tecido um aspecto opacado, granulado e um toque seco. A torção crepe aumenta o título do fio de 10 a 35%, proporcionalmente ao título e a torção.

Crochê: tecido rendado executado à mão com uma agulha provida dum gancho na extremidade, e utilizado na confecção de peças ornamentais, de vestuário e outras.

Cursos: carreira de fios vindos dos alimentadores dos teares circulares, distribuídos ao longo do comprimento dos tecidos de malha.

CV de Título - Determina o coeficiente de variação do título.

CVM - Determina o coeficiente de variação de massa do fio.

Degradé: tecido com listras ou barras, onde o efeito de cor muda de tonalidade, gradativamente de escura para clara (até branca) e depois recomeça identicamente. Em geral é feito a partir de uma só cor. Este efeito é geralmente obtido com fios tintos ou na estampagem. Antigamente era muito utilizado no jacquard. Por extensão, pode ser obtido este aspecto com brilhos de intensidade diferentes, com desenho apropriado (ver traçado).

Devorê: tecido que apresenta desenhos com efeitos de transparência, produzido a partir de um tecido com fio celulósico binado com um fio de fibras sintéticas, estampado com produto corrosivo que destrói a fibra celulósica.

Dupla-Face: tecido com os dois lados reversíveis, ou seja, que tanto pode ser usado pelo direito como pelo avesso, e onde cada um deles apresenta um aspecto diferente, devido a utilização de 2 desenhos e, eventualmente, 2 urdumes e ou 2/3 tramas.

Engomagem: técnica utilizada para conferir ao fio maior resistência, que consiste na aplicação de uma solução colante natural ou sintética. Geralmente usada na fabricação de tecidos com fios singelos.

Enfestado: diz-se do tecido dobrado ao meio, no sentido da largura, e assim enrolado na peça. Chama-se o lado da dobra do tecido enfestado de "festo" e as bordas de "ourelas".

Entretela: tecido que se mete entre o forro e a fazenda de uma peça de vestuário, para lhe dar consistência, ou uma boa queda, ou para torná-la armada.

Estampagem: processo muito antigo, destinado a valorizar o aspecto de qualquer tecido. Foi iniciado na China e Egito, com pintura a mão e depois na Índia, Pérsia, etc. Foi introduzido na Europa no século XVIII. No tecido de seda foi utilizado o primeiro processo industrial: "Impression à la planche" (tábua). Uma tábua grossa e plana recebia uma fita de bronze em relevo, acompanhando o desenho

desejado. Este recebia o corante e depois ela era aplicada sobre o tecido, no lugar desejado, para produzir o motivo decorativo. No início, este processo proporcionava apenas o contorno do desenho, sendo o restante pintado a mão. Atualmente existem 4 processos de estampagem:

Com rolos: inventado em 1834, os cilindros de madeira, e depois de cobre, são gravados em relevo, cada um feito com rapidez e eficiência e, em consequência, foi rapidamente popularizado, atualmente utilizado para os desenhos pequenos, de poucas cores e de grande difusão.

A quadro: o tecido a ser estampado é colado sobre uma mesa comprida. Sobre um quadro revestido com uma tela muito fina é gravado pelo processo de fotogravura o desenho desejado. O quadro é aplicado sobre o tecido e a pasta com corante, contida nesta tela é aplicada em toda superfície e penetra através dos furinhos da tela, sobre o tecido, conforme o desenho. O quadro se desloca manual ou mecanicamente, ao longo da mesa, a cada reporte do desenho. Cada quadro estampa uma cor apenas, e assim a operação deve se repetir conforme a quantidade de cores do estampado. Processo ainda muito utilizado. Tem as seguintes vantagens: rapidez, versatilidade, variedade de cores, desenhos finos e nítidos, etc. Porém, o grave defeito é o encaixe dos quadros, sempre delicado e eliminando certos tipos de desenhos (listra, fundo liso).

Cilindro Rotativo: processo recente, combinando o antigo sistema a rolos e o sistema a quadros. Neste caso a tela é uma chapa de inox cilíndrica e perfurada. É gravada pelo mesmo processo; colocada sobre o tecido (sempre colado sobre uma mesa, ou melhor, sobre um tapete transportador), ela recebe a pasta na parte inteira e gira, apoiada sobre o tecido. O andamento do pano é sincronizado com a rotação dos cilindros e contínuo. Assim, foi eliminado o encaixe do quadro e o andamento constante aumenta a rapidez da produção.

Este processo tem as seguintes vantagens: maior rapidez, estampa qualquer tipo de desenho, nitidez, grande variedade de cores. Porém, ele exige uma instalação complexa de fotogravura e o cilindro é caro e delicado de manusear. Os processos já descritos exigem ainda, além disso, uma vaporização do tecido para fixar o corante, uma lavagem para tirar o excesso e finalmente o acabamento habitual.

Papel Impresso: utiliza-se um papel previamente impresso, o qual é aplicado sobre o tecido. Os dois passam entre 2 cilindros quentes, de uma calandra e assim o corante do papel migra para o tecido, conforme o princípio de sublimação. Este processo reúne o máximo de vantagens: rapidez, nitidez, qualidade, etc., porém atualmente, sendo o papel importado, o custo é ainda elevado. Futuramente, para estampar grande quantidade de tecidos, talvez seja este processo o mais interessante.

Estonagem: processo de lavagem do artigo em tambores que levam junto, as pedras de argila, chamadas de "Sinasitas" Durante a lavagem as pedras entram em atrito com o artigo deixando-o com um aspecto "batido", mais "usado". Oferece-se também o aspecto um pouco desbotado e amaciado.

Fator de cobertura: relação entre o título do fio e o comprimento da laçada ou ponto. Traduz o grau de aperto do tecido de malha. Por exemplo: um tecido de malha com um alto grau de Fator de Cobertura é uma malha de alta densidade de cursos e colunas.

Felpa: pêlo saliente nos tecidos.

Feltro: é o tecido resultante do entrelaçamento de fibras de lã ou similares, através da ação combinada de agentes mecânicos e produtos químicos. É o mais antigo "Não Tecido". Suas principais aplicações são: fabricação de chapéus, filtros, brinquedos, acolchoados, forros de inverno, quadros de aviso, artesanato, etc. Mostuário de feltros.

Festo: dobra que se faz em pano largo, enfestado, ao meio de sua largura e em toda a sua extensão, para o enrolar em peça. Diz-se também da largura duma peça de pano, dum tecido qualquer.

Fiação: processo final de transformação das fibras em fio. Com exceção da seda, todas as fibras naturais têm um comprimento limitado bastante definido. O objetivo da fiação é transformar as fibras individuais em um fio contínuo coeso e maleável. Nas fibras naturais o processo compreende basicamente abertura, mistura, cardação, estiramento e torção para a fabricação do material dos teares. A seguir, se procede à fiação propriamente dita. Com as fibras sintéticas, foram realizadas numerosas melhorias nos equipamentos de fiação para atender à

diversificação resultante do desenvolvimento de muitos tipos de fibras. Existem máquinas de fiar que só podem ser usadas com fibras sintéticas.

Fibra: estrutura de origem animal, vegetal, mineral ou sintética parecida com pêlo. Seu diâmetro não excede a 0,05 centímetros. As fibras são utilizadas, entre outras muitas aplicações, em produtos têxteis, e são classificadas em função de sua origem, de sua estrutura química ou de ambos os fatores.

Fibras Artificiais: o processo de produção das fibras artificiais consiste na transformação química de matérias-primas naturais. A partir das lâminas de celulose, o raio acetato e o raio viscose seguem fluxos diferentes. A viscose passa por banho de soda cáustica e, em seguida, por sub-processos de moagem, sulfurização e maturação e, finalmente é extrudada e assume a forma de filamento contínuo ou fibra cortada. O acetato passa inicialmente por um banho de ácido sulfúrico, diluição em acetona, extrusão e por uma operação de evaporação da acetona. Recentemente foi inventada um novo tipo de fibra que também pode ser classificada com artificial que é o tencel. Ver: Gráfico Rota Produção. Voltar

Fibras Naturais: as fibras ou fios naturais são obtidos diretamente da natureza e os filamentos são feitos a partir de processos mecânicos de torção, limpeza e acabamento. Podem ser obtidos a partir de frutos, folhas, cascas e lenho. As principais plantas têxteis são: o Algodoeiro (fibra de algodão), a Juta (para fazer cordas), o Sisal (parecido com o linho), o linho (caule com filamentos rígidos) e o Rami (também muito utilizado como o linho).

Fibras Químicas ou Manufaturadas: podem ser divididas em artificiais e sintéticas. As fibras químicas, de modo geral, seguem o mesmo processo de produção, por extrusão, que consiste em pressionar a resina, em forma pastosa, através de furos finíssimos numa peça denominada fieira. Os filamentos que saem desses furos são imediatamente solidificados. Esse processo é denominado fiação, embora o termo, nesse contexto, pouco tenha a ver com a fiação tradicional da indústria têxtil.

Fibra Cortada: é resultado do seccionamento, em tamanhos determinados, de um grande feixe de filamentos contínuos. A fibra cortada pode ser fiada nos mesmos filatórios que são utilizadas para fiar algodão. Além disso, se presta à mistura com

as fibras naturais já na fiação, permitindo a chamada mistura íntima, ou seja, os fios mistos produzidos adquirem uma mescla das características de resistência e durabilidade das fibras químicas e do toque e conforto das fibras naturais. Os fios produzidos com a fibra cortada são também mais volumosos do que os filamentos contínuos do mesmo peso, o que possibilita seu uso na produção de tecidos com superfícies não lisas. Essa característica, aliada à maior facilidade de manuseio da fibra cortada em relação ao filamento contínuo, faz com que os fios fiados sejam mais utilizados do que os filamentos contínuos, existindo inclusive fibras, como por exemplo o acrílico, em que raramente se utilizam filamentos contínuos na produção de artigos têxteis.

Fibras Sintéticas: o processo de produção das fibras sintéticas se inicia com a transformação da nafta petroquímica, um derivado petróleo, em benzeno, eteno, p-xileno e propeno, produtos intermediários da chamada 1º geração petroquímica e insumos básicos para a produção destas fibras.

Fio: produto final obtido pela transformação de fibras naturais, artificiais ou sintéticas, pelo processo de fiação. O filamento contínuo é uma unidade linear de comprimento ilimitado. Os filamentos de seda são um exemplo. O conjunto de três ou mais filamentos forma o fio multifilamento contínuo. Se o fio for constituído por um único filamento denomina-se monofilamento.

Fios de filamentos são lisos, duros e possuem poucos espaços cheios de ar. A texturização consiste em dar a estes filamentos diversos tratamentos de modo a resultarem em fios macios, cheios, fofos, com interstícios de ar que conservam o calor, propriedades que caracterizam o fio para fiação. Para conseguir esta característica, dá-se forte "crimping" (plissagem) aos filamentos, seguido de termofixação.

Entre os sistemas utilizados para produção de fios temos:

Anel: neste sistema podemos ter fios com torção no sentido direito (Z), ou no sentido esquerdo (S). Neste sistema a torção é realizada de fora da fibra para dentro, o que resulta em um fio mais macio tanto no núcleo, como na sua superfície.

"Open End": é considerado atualmente o método mais prático para a produção de fios. Este sistema tem um fluxo de máquinas reduzido, e é utilizado na sua grande maioria para aproveitar resíduos de outros sistemas de produção em específico o Anel. Este sistema apresenta melhores resultados com fibras mais curtas do que o processo em ANEL. Devido este detalhe geralmente as fiações tem uma linha de fio Anel e outra linha de fios "Open End", a qual aproveita os resíduos da linha anel. A capacidade de alongamento do fio "Open End" é maior, importante para a malharia, mas problemático ao acabamento, pois malhas com fios "Open End" tendem a ficar mais largas e necessitam de regulagens especiais.

A texturização pode ser feita por vários processos, como: Falsa torção (FT), Falsa torção fixada (FTF), a ar, a fricção, e outros, em que, a diferença entre eles é o grau de texturização, ou seja, quanto de volume, elasticidade e maciez se deseja dar a fibra. A escolha do processo de texturização depende do uso final do fio.

Voltar

Fio Cardado: o fio cardado devido a não passar pela penteadeira, possui mais fibras curtas, o que propicia uma maior formação de pilling (bolinhas no tecido) e neps (defeito na regularidade do fio). A aparência também é prejudicada, pois o mesmo possui uma maior irregularidade.

Voltar

Fio Fantasia: fio beneficiado para apresentar um aspecto ou toque diferente, destinado a valorizar e diversificar o tecido. Os principais fios fantasia são: Botonê, Bouclê, Perlé, Bouchonneux, Ondé, Flamê, Frisé, Mouliné, Jaspé, Mousse, Ondulé, Textué, Chenille, Métallise, Guipé. Os fios fantasia se dividem em 2 grupos principais:

Fio Fantasia de retorção: normalmente feito com mistura de fios contínuos diferentes (às vezes fio contínuo e fiado).

Fio Penteado: no sistema penteado o fio passa por um equipamento que se chama penteadeira. Este equipamento tem a função de retirar as fibras mais curtas (antes de se formar o fio) e impurezas como cascas, que são provenientes do algodão e não foram retirados em processos anteriores. Este processo confere um fio de qualidade superior, visto que este é mais limpo, não possui fibras curtas, e é mais resistente. Tem menos neps, e forma menos pilling na malha acabada. Porém devido à retirada de mais fibras no processo, a perda de algodão

para a produção do fio é maior, o que juntamente com a inclusão de mais um equipamento no fluxo produtivo eleva o custo de fabricação e conseqüentemente o preço do fio, sendo este o fator principal para o encarecimento do fio penteado.

Filamento: é o fio sintético formado por cada furo da fiação.

Flanelagem: acabamento dos tecidos flanelados. O tratamento consiste em arrancar as fibras dos fios, com cilindros guarnecidos de agulhas muito finas, para colocá-las na superfície do tecido.

Flocagem: processo que permite colar sobre um tecido qualquer, uma camada de pêlos, a partir do processo eletrostático. O tecido recebe uma camada de cola (uniforme ou em apenas alguns lugares) e após introduzido em um câmara eletrostática, a qual eletriza os pêlos, colocando-os em pé sobre o tecido. Após, o tecido é seco e polimerizado para fixar os pêlos. Ver: Veludo Liso. Voltar

Impurezas: freqüentemente as fibras naturais contêm em seu estado natural, matérias que podem prejudicar a qualidade, o aspecto e o comportamento dos artigos produzidos no tingimento e no acabamento. Quanto menor for o número de misturas na matéria-têxtil tanto melhor o processamento.

Interlock: estrutura de malha que devido ao seu entrelaçamento, proporciona ótimo caimento, toque mais firme e agradável

Forro: tecido de seda, acetato, poliéster ou misto com algodão, leve e brilhante, usado para forrar o interior dos vestidos, mantos, paletós, ternos, etc. cuja função é esconder as costuras, as entretelas, etc. Ver Failete

Gramatura: é a massa por unidade de superfície. Sua unidade de medida é gramas por metro quadrado, assim quando se diz que um tecido tem gramatura de 50, quer dizer que ele tem uma massa de 50 gramas por metro quadrado. O tecido pode ser avaliado através da gramatura conforme a tabela abaixo, onde "P" é o peso ou massa do tecido.

Jacquard: complexo método de tecelagem inventado por Joseph J.M. Jacquard no anos 1801-1804. Por meio de um sistema eletrônico, que controla as agulhas de tecimento, muitas configurações podem ser obtidas resultando tecidos com "desenhos" especiais (não possíveis em teares comuns).

Jeans: nome em inglês do fustão de algodão com ligamento sarja, ou seja, igual a brim, denim, couil, atualmente na cor Azul Índigo. Jeans na gíria inglesa significa calça, macacão, etc.

Jersey ou Jérsei: tecido de malha leve e de ligamento simples, muito usado para lingerie.

Juta: fibra têxtil obtida da planta tiliácea. As fibras de juta são extraídas do caule de "plantas duras" , assim como o linho, o cânhamo, etc. Trata-se de plantas herbáceas anuais, ou seja, alcançam a maturidade no decorrer de um ano, produzindo sementes para os demais períodos de cultivo, porém exigindo, para um bom desenvolvimento, calor e umidade. Possuem um caule reto com circunferência de cerca de 3,80 cm e altura entre 1,5 e 3 metros. A fibra de juta apresenta, geralmente, um brilho sedoso e, quando comparada ao linho, é mais quebradiça, o que a impede de ser transformada em fios finos, já que os feixes não se separam tão bem no sentido longitudinal. Elas apresentam um fino "brilho" sedoso, um toque grosseiro e áspero, embora as de melhores qualidades sejam suaves e macias. A juta não é tão resistente nem tão durável quanto o linho, o cânhamo ou o rami.

Lã: fibra natural de origem animal, macia e ondulada obtida principalmente do pelo das ovelhas domésticas, e de outros animais como o camelo, a alpaca, as cabras de Angorá e de Kashmir, a lhama e a vicunha, e utilizadas na fabricação de tecidos.

A lã se diferencia do pêlo pela natureza da superfície externa das fibras. A superfície varia de acordo com a espessura e a ondulação da fibra. Devido a essa ondulação, a lã tem uma elasticidade e uma resistência longitudinal maiores que outras fibras naturais.

Laçada ou Ponto: é a forma geométrica que o fio assume após o tecimento.

Lançadeira: peça do tear, que contém uma bobina (canela), em que se enrola o fio da trama, e com a qual o tecelão faz correr o fio da trama entre os da urdidura.

Linho: fibra natural de origem vegetal procedente do talo do linho, tem como principal característica, o aspecto rústico, o que natural de sua fibra quando combinado com a viscose torna-se bastante favorável ao processo de tingimento.

O linho é uma fibra bastante forte. Os tecidos de linho são duráveis e fáceis de serem submetidos a certos trabalhos de manutenção, tais como a lavagem. Quando molhados, a resistência dos mesmos pode ser 20% superior ao mesmo tecido em estado normal. As fibras de linho têm aparência lustrosa. Este elevado "brilho" natural é proporcionado pela remoção de ceras e outros materiais.

Lycra®: fibra sintética inventada pela Du Pont, pertence à classificação genérica elastano das fibras sintéticas (conhecida como Spandex nos E.U.A. e Canadá) sendo descrito em termos químicos como um poliuretano segmentado. Sua notáveis propriedades de alongamento e recuperação enobrecem tecidos, adicionando novas dimensões de caimento, conforto e contorno das roupas. Pode ser esticado quatro a sete vezes seu comprimento, retornando instantaneamente ao seu comprimento original quando sua tensão é relaxada. Resistente ao sol e água salgada, e retém sua característica flexível no uso e ao passar do tempo.

Malha: malhas são tecidos produzidos com base em métodos de formação de laçadas. Embora se desconheça a data da descoberta do método manual de fazer malha ou tricotar, recentes descobertas de tecidos de malha no Egito, provam que este método já era conhecido no século V a.C. É de notar no entanto que o 1º tear de malha surgiu nas Inglaterra em 1589.

Chama-se malha de trama a todo o tecido produzido por processos de fabricação nos quais pelo menos um fio de trama é transformado em malha. Durante o processo de tricotagem, o fio de trama é frisado da maneira a formar uma linha horizontal de laçadas a que se dá o nome de fileira. Cada fileira entrelaça-se com a fileira superior (posteriormente formada) resultando num tecido de malha um que cada fileira, à exceção de primeira se da última, se encontram entrelaçadas com a fileira superior e inferior. Os tecidos de malha são geralmente classificados em dois grupos: malhas de trama e malhas de teia (ou urdume).

Meia-malha (jersey): estrutura mais simples de uma malha.

Mercerização: tratamento com hidróxido de sódio concentrado que é aplicado ao fio ou tecido de algodão o qual proporciona um brilho acentuado, maior afinidade com corantes, toque mais macio, maior resistência e maior encolhimento, portanto é um fio (ou tecido) que já foi extensamente beneficiado para proporcionar menos

encolhimento nas próximas lavagens. O processo requer um maquinário caro e leva bastante tempo; daí a explicação de ser uma malha mais cara.

Microfibra: fios sintéticos que são formados por filamentos extremamente finos. Estes filamentos podem ser 60 vezes mais finos que um fio de cabelo e 10.000 filamentos de microfibra podem pesar menos que 1 grama. Desenvolvida recentemente esta nova variedade de fibra sintética surgiu no mercado por volta de 1990. Produzida a partir de acrílico, poliéster, viscose ou náilon, ela se caracteriza por filamentos extremamente delgados e é utilizada na forma de fios multifilamentos. Os tecidos produzidos com Microfibras possuem como características, o toque sedoso, vestem muito bem, encolhimento da peça extremamente baixo, alta resistência, baixo abarrotamento e bom isolamento quanto a vento e frio. As características das microfibras permitem a fabricação de tecidos leves e de toque bem mais agradável do que aqueles produzidos com fios ou filamentos artificiais ou sintéticos. Cabe registrar que já está desenvolvida, a nível de laboratório, a micro-micro fibra, ainda não lançada no mercado devido ao seu alto custo.

Modal: fibra de celulose regenerada com elevada resistência a rompimento e alta medida de elasticidade em úmido.

Moletom: estrutura de malha que tem o entrelaçamento feito de tal forma que os fios da malha, no interior, fiquem "flutuantes", ou seja, aliado a um processo de peluciagem ele oferece maior aquecimento do corpo não deixando que o calor se transporte para fora do corpo.

Monofilamento: que como o próprio nome indica, é formada por um único filamento, filamento singelo.

Multifilamento: é um feixe de filamentos. É formada pela união de pelo menos dois monofilamentos contínuos, unidos paralelamente por torção.

Neps: pequenos emaranhados de fibras mortas, imaturas ou mesmo normais não abertos nos processos de fiação. Os neps formados por fibras mortas e imaturas são os que aparecem após o tingimento.

Ourela: orla de uma peça de tecido enfiado. As ourelas seguram a trama nos retornos da lançadeira de um para outro lado. Geralmente elas são feitas com

densidades em dobro do que o próprio fundo do tecido ou fios retorcidos. Estas ourelas servem, também, no acabamento do tecido quando o mesmo é passado na rama, onde este é segurado pelas ourelas, por isto a largura das ourelas deve ser de aproximadamente 1 cm, especialmente quando se trata de tecido médio ou pesado.

Peletizado: uma das características do tecido peletizado é o sentido do pêlo. Durante o enfesto e a costura, é obrigatório que tal sentido seja sempre o mesmo em todas as peças. Para certificar-se disto basta, através da palma da mão, observar se a superfície do tecido está lisa ou arrepiada.

Piquet: tecido jacquard onde o efeito piquet produz um aspecto "costura" ao redor dos motivos.

Pilling: bolinhas de fibras presas por fibrilas, de possível remoção, ocasionando no artigo uma aparência de desgaste. Também conhecido por peloteamento.

Poliamida (Náilon): fibra química de polímero sintético, também conhecida como "Nylon" o "Náilon", considerada a mais nobre das fibras sintéticas, foi a primeira a ser produzida industrialmente. O náilon, entre outras qualidades, apresenta uma elevada resistência mecânica (cerca de 3,5 vezes superior ao algodão) que o torna adequado à fabricação de dispositivos de segurança (para-quedas, cintos de segurança para veículos etc...). Outras características são a baixa absorção de umidade, a possibilidade de texturização e a boa aceitação de acabamentos têxteis, o que permite a obtenção de tecidos com aspectos visuais diferenciados.

A principal utilização do náilon na área têxtil ocorre na fabricação de tecidos de malha apropriados para a confecção de meias, roupas de banho (maiôs, sungas), moda íntima (lingerie) e artigos esportivos.

O nylon tem adquirido cada vez mais espaço na indústria têxtil devido à sua praticidade, como a secagem rápida, toque sedoso e melhor recuperação ao vinco. Sua utilização associada ao algodão, oferece um produto extremamente confortável e com ótima absorção de umidade, excelente para camisaria.

Atualmente no mercado, não se encontra uma fibra que se aproxima tanto à perfeição da seda como a poliamida. Ao trabalhar com o tecido misto, podemos

aliar as principais vantagens do algodão a da poliamida, obtendo ótimo custo benefício.

Poliéster: fibra sintética, também conhecida como "tergal". O poliéster é utilizado em malharia, vestuários, 100% ou em misturas, pode ser utilizado tanto para camisaria, quanto para parte de baixo. Sua característica, porém é de pouquíssima absorção de umidade. O poliéster é a fibra química que tende a apresentar maior crescimento e poder de competição, em decorrência de seu baixo custo, sendo a mais barata das fibras, sejam elas químicas ou naturais e dos melhoramentos tecnológicos que possibilitam que esta fibra se torne cada vez mais semelhante ao algodão.

Abaixo descrevemos alguns tipos de fibras de poliéster:

Fibra Tergal–Algodão: Fibra curta que se mistura ao algodão, para utilização em praticamente todas aplicações em que se usa 100% algodão. Em alguns casos, ela se mistura à viscose curta para aplicações similares às do algodão. São demonstradas algumas misturas entre tergal – algodão para fiação de anel e "open- end".

Fibra Tergal Linha de Costura: tem a fibra adequada para todos os tipos de costura.

Fibra Tergal–Tech: É a fibra poliéster de alta performance que atende às exigências de qualidade dos produtos de não tecidos. Seus níveis de frisão e retração, associados a um tratamento superficial com óleos lubrificantes especiais, permitem alto desempenho na cardagem e processos posteriores, garantindo ganho de produtividade, principalmente aos fabricantes de não tecidos. No processo de tingimento em massa de Tergal–Tech, o pigmento é misturado ao polímero antes da extrusão. Esse processo garante à cor da fibra a mais alta solidez em todas as solicitações: lavagem, exposição à luz, ao suor e à brasão. E ainda traz uma importante vantagem adicional: no caso de mescla, a fibra complementar pode ser tingida com qualquer corante, sem o risco de alterar a cor preta original de Tergal – Tech

Polietileno: substância obtida pela polimerização do etileno, termoplástica, translúcida, flexível, com importantes e variadas aplicações.

Polimerização: processo em que duas ou mais moléculas de uma mesma substância, ou dois ou mais grupamentos atômicos idênticos, se reúnem para formar uma estrutura de peso molecular múltiplo do das unidades iniciais e, em geral, elevado.

Polímero: composto formado por sucessivas aglomerações de grande número de moléculas fundamentais. Ex.: o polietileno, formado pela aglomeração de centenas de milhares de moléculas de etileno. O número de unidades repetidas em uma molécula grande chama-se grau de polimerização.

Polipropileno: fibra sintética obtida pela polimerização do propeno (fórmula: C_3H_6) sendo que do ponto de vista da indústria têxtil para vestuário e uso doméstico, o polipropileno não é uma fibra importante; entretanto, suas características de resistência à umidade, elevada inércia química, leveza, resistência à abrasão e à ação de mofo e bactérias tornam-no ideal para a produção de sacarias, proporcionando excelente isolamento e proteção aos produtos assim acondicionados. Tem também aplicações em forrações de interiores e exteriores, na fabricação de feltros e de estofamentos.

Raiom: fio ou tecido artificial composto a partir da celulose. No princípio foi chamado seda artificial, por ter uma consistência semelhante, basicamente temos dois tipos de raiom o raiom acetato e o raiom viscose. A fabricação de fios de raiom e de todas as fibras manufaturadas é feita mediante extrusão.

Rama: caixilho ou bastidor em que se estiram os panos na fabricação. Diz-se, também, da matéria-prima têxtil natural, em estado bruto, antes de ser preparada para fiar: algodão em rama; seda em rama.

Rami: o rami é uma planta perene, isto é, de cultura permanente, que pode produzir, sem renovação, por cerca de 20 anos. A planta apresenta uma cepa de onde partem as hastes que podem atingir, em terrenos apropriados, entre 2 e 3 metros de altura. Permite, em média, 3 a 4 cortes por ano.

Retilínea: máquina de malharia por urdume que produz *sweater*, golas de camisa Pólo, blusas, etc.. geralmente utiliza fio tinto.

Rib ou **Ribana:** estrutura feita em teares de dupla frontura, ou seja, uma face da malha é diferente da outra. Estas faces podem ser trabalhadas ou lisas,

proporcionam um alto alongamento e elasticidade capacitando desta maneira que o tecido se molde e acompanhe os movimentos do corpo.

RKM - resistência do Fio por quilômetro.

Saturado: em química diz-se de composto orgânico cuja estrutura molecular apresenta apenas ligações simples.

Seda Natural: fibra da qual é composto o casulo que cobre o bicho-da-seda, valiosa por sua utilização em tecidos de alta qualidade e em outros produtos têxteis. A seda é uma das mais antigas fibras têxteis conhecidas e, de acordo com a tradição chinesa, já era usada no século XXVII A.C.

Seda Artificial: fios artificiais feitos a partir de produtos naturais, mas com processo mecânico. De modo geral, trata-se dos fios acetato e viscose, que entraram no mercado internacional antes dos fios sintéticos, derivados da petroquímica. Foram inventados vários fios artificiais, dos quais sobram dois, ainda muito utilizados: acetato e viscose, os dois a base de Celulose. No início foi também utilizada a palavra "Rayonne" (Raiom), para nomear estes dois fios.

Solidez: as cores de tecidos tingidos ou estampados devem apresentar a maior solidez possível, sob as mais diversas influências. Quanto menor for a alteração, tanto maior a solidez.

Suplex ® fibra DuPont Sudamerica S/A: é indicado para tecidos esportivos, visto que alia as propriedades das malhas de algodão, confere maciez e flexibilidade a peças confeccionadas, em adição a durabilidade e resistência do nylon (poliamida). Devido ao sistema de texturização a ar, desenvolve um toque parecido com o do algodão, aliado a vantagens das fibras sintéticas. Tecido que proporciona conforto, resistência, caimento e possui uma secagem relativamente mais rápida que outros tecidos

Teares manuais: atualmente são utilizados quase que exclusivamente para artesanato ou para a produção de novos artigos ou amostra não colocados na linha de produção.

Teares mecânicos não automáticos: São teares que não possuem determinados mecanismos de auxílio para o tecelão, tais como guarda urdume, parada por falta de trama e troca de espulas ou lançadeiras.

Teares mecânicos semi-automáticos: são teares não automáticos que sofrem adaptações de mecanismos (guarda urdume) que auxiliam o tecelão e dá melhor qualidade aos tecidos.

Teares automáticos: podem ser divididos em:

Teares convencionais: quando a alimentação da trama é feita automaticamente por mecanismos especiais, como o mecanismo que efetua a troca da espula no interior da lançadeira quando o fio está prestes a terminar, e o mecanismo que efetua a troca da lançadeira quando a espula do fio está prestes a terminar.

Teares Sem lançadeira:

Projétil – também chamado de lançadeira de pinças, é uma pequena peça que arrasta a trama através da cala.

Pinças rígidas – a trama é introduzida na cala por uma espécie de agulha. Existem teares com uma única pinça ou com duas.

Pinças flexíveis – possuem duas cintas flexíveis de aço, uma em cada lado da máquina.

Jato de ar – a trama do fio recebe um jato de ar e é jogada através da cala.

Jato d'água – a trama do fio recebe um jato d'água e é jogada através da cala.

Teares especiais: são em sua maioria automáticos, providos de mecanismos especiais para tecer determinados tipos de tecidos, tal como os teares de Maquineta jacquard, que fazem tecidos com grandes desenhos, podendo mesmo reproduzir figuras humanas em sombreado com relevo.

Tear triaxial: produz tecidos com estabilidade em todas as direções: na horizontal e na vertical. Os fios de urdimento são enrolados em oito pequenos rolos e a trama é inserida por meio de pinças rígidas.

Tear para felpas: com mecanismos especiais, são alimentados por no mínimo, dois rolos de urdume, um para o tecido básico e o outro para o tecido de felpa inteira (toalha) ou felpa cortada (veludo).

Tecelagem e Tecimento: é o processo efetuado para se obter um produto manufaturado, em forma de lâmina flexível, resultante do entrelaçamento, de forma ordenada ou desordenada, de fios ou fibras têxteis.

O entrelaçamento é o fato de passar uma ou vários fios de urdume por cima ou por baixo de um ou vários fios de trama. O entrelaçamento mais simples entre estas duas direções de fios é a tela ou tafetá. A evolução dos fios de urdume poderá ser feita nas mais diversas formas obtendo assim, os mais complicados tipos de ligamentos. Os principais são: tela ou tafetá, sarja e cetim ou raso.

Tecelagem propriamente dita é a transformação do fio em tecido, através de operações de tecimento.

Classificação dos Tecidos

Quanto à Estrutura (formação) os tecidos podem ser classificados como:

Tecidos Planos ou comuns: Caracterizam-se pelo entrelaçamento de dois conjuntos de fios em ângulo de 90° (ou próximo a isso). Um desses conjuntos fica disposto no sentido longitudinal do tecido e é conhecido por urdume, enquanto que o outro fica disposto no sentido transversal (perpendicular ao urdume), e é conhecido por trama. Esse entrelaçamento é obtido em equipamento apropriado conhecido por tear. As ligações ou cruzamentos dos fios de urdume com os fios de trama nos tecidos é chamada de padronagem. Cada construção dentro de uma certa ordem de cruzamento é denominada de ligação ou desenho.

Existem, basicamente, 4 (quatro) variedades principais de tecidos planos:

Tecido Liso ("Uni") - Os que possuem aspecto igual, sem nenhum tipo de estampa. Desenho tafetá ou maquinado muito pequenos. A parte mais importante destes tecidos é o acabamento que deve dar valor os fios, o desenho e o toque final. Exemplos: Cetim, failete, crêpes, brim, etc. Podemos dividir os tecidos lisos em:

Tecidos Simples: formados por um conjunto de fios de urdimento e por um conjunto de fios de trama, exemplo do brim, cetim, etc.;

Tecidos Compostos: formados por mais de um conjunto de fios de urdimento por um ou mais fios de trama, exemplo do fustão.

Tecidos Felpudos: são tecidos compostos, cuja superfície apresenta felpas salientes, inteiras ou cortadas, exemplo do veludo.

Tecidos Lenos: são em geral muito porosos e cujos fios de urdimento se entrelaçam com as tramas e também com outros fios de urdimento, exemplo da gaze.

Tecido Maquinetado e Fantasia ("Armuré") - Tecidos com aspecto mais fantasia, obtido pelos desenho da maquina, pelos fios tintos ou fantasia, ou pelos tratamentos de acabamento. Exemplos: Veludos, xadrez, listrados, barrados, shantung, etc.;

Tecido Jacquard ("Façonné") - Tecido onde, geralmente, 1.200 fios, têm uma movimentação independente, que permite reproduzir qualquer efeito decorativo. O fios de urdume e de trama são em geral tintos ou fantasia, fazendo parte do aspecto final. Os vários desenhos devem entrelaçar os fios, cores, brilhos e motivos harmoniosamente;

Tecido Estampado ("Imprimé") - Todo tipo de tecido que após o tecimento, no acabamento, recebe a aplicação de várias cores ou desenhos para produzir um efeito decorativo destinado a valorizá-lo. Obs: Qualquer tecido liso pode ser estampado.

Tecidos de Malha: tecido resultante da formação de laços que se interpenetram e se apóiam lateral e verticalmente, provenientes de um ou mais fios. Exemplo: meia malha, piquet, *rib* e outros.

Existem os seguintes tipos de tecidos de malha:

Malhas de trama: é um tecido obtido a partir do entrelaçamento de um único fio, podendo desse processo resultar um tecido aberto ou circular;

Malhas de teia ou urdume: é um tecido obtido a partir de um ou mais conjuntos de fios colocados lado a lado, à semelhança dos fios de urdimento da tecelagem comum;

Malhas Mistas: é tecido de malha por urdimento ou por trama com inserção ("lay-in") periódica de um fio de trama, objetivando dar melhor estabilidade dimensional ao tecido. É também conhecido como malha "lad-in".

Tecidos de Laçada: são obtidos por processos de entrelaçamento que se aproximam da malha e do tecido comum, diferenciando-se pelo fato de os fios,

em determinadas situações, realizarem laçadas completas (nós) que formam a base da amarração. Exemplo: rendas, cobertores e outros. (No tricô ou crochê, laçada é a alça feita com o fio que se passa na agulha sem executar o ponto)

Não-Tecidos ("Non Woven"):- são obtidos diretamente de camadas de fibras que se prendem umas às outras por meios físicos e/ou químicos, formando uma folha contínua. O nome "Não-Tecido" é devido aos mesmos serem feitos por processos sem a utilização do tear, ou seja não texturizado. Os processos para obtenção dos não tecidos são:

No processo de entrelaçamento de fibras as mesmas são dispostas em camadas e entrelaçadas por agentes mecânicos. São também adicionados produtos químicos para completar a feltragem. Exemplo: feltros e outros.

O processo de ação de adesivos ou fusão de fibras consiste apenas na união de fibras por processo químico. Exemplo: TNT, folheados e o Perfex®.

Tecidos Especiais: são aqueles obtidos por processos dos quais resulta uma estrutura mista de tecido comum, malha e não-tecido ou ainda, como resultante de soluções de polímero de fibras aplicadas ao tecido. Exemplo: laminados, malinos, filmes e outros.

Tecidos Crus: são tecidos que não sofrem acabamento a úmido após o tecimento. Apresentam-se como saíram das máquinas de tecer.

Tecidos Alvejados: são aqueles submetidos ao processo de alveijamento/branqueamento. Alguns fios coloridos presentes (tecidos listrados ou de xadrez) permanecem em sua cor original.

Tecidos Tintos: são tecidos que por meio de processos a úmido, recebem uma coloração única em toda sua extensão.

Tecidos Mesclados: são obtidos pela mistura de fibras ou de fios de diferentes colorações dispostos de forma irregular, sem formar padrões definidos.

Tecidos Listrados: podem ser listrados somente por urdimento, somente por tramas ou obtidos pela combinação dos dois (xadrezes).

Tecidos Estampados: são aqueles que apresentam desenhos obtidos por meio da aplicação de corantes em áreas específicas.

Tenacidade (cN/tex) - relação entre a força máxima e o título tex.

Tencel® (Liocel ou Lyocell): é uma fibra artificial através da celulose da polpa da madeira de árvores, que são constantemente replantadas. Esta árvore é híbrida, produzida geneticamente com a finalidade de conseguir uma polpa mais branca e de melhor qualidade, na qual se precisa usar menos produtos químicos para a obtenção da fibra.

É considerada, por alguns, uma fibra natural, pois não sofre a agressão de ingredientes químicos nocivos à natureza, e o processo químico utiliza um solvente totalmente reciclável, por isso chama-se de uma fibra "Ecologicamente Correta".

Liocel representa a grande novidade entre as matérias primas têxteis, possibilita um tecido que alia a resistência do algodão, o toque e a maciez da seda e o perfeito caimento e frescor das fibras celulósicas.

Têxteis: termo genérico aplicado originalmente a tecidos, mas que é utilizado hoje também para filamentos e fios sintéticos, bem como para os materiais tecidos, fiados, acolchoados, com feltro, trançados, unidos, rendados, bordados, que se fabricam a partir dos mesmos. Também se usa para materiais não tecidos produzidos através da união mecânica ou química de fibras.

A primeira etapa na fabricação de têxteis é a produção da matéria-prima: plantas, animais ou produção química de fibras; depois, vem a fiação (a transformação das fibras em fios) e a utilização dos fios para fazer o tecido. Após o tingimento e o acabamento, o material é vendido diretamente a um fabricante de produtos têxteis, ou a um varejista, que o vende a particulares para que confeccionem peças de vestuário ou roupas de cama, mesa e banho, bem como cortinas e tapeçarias. Para tecer, utiliza-se o tear e os conjuntos de fios, denominados respectivamente urdidor (ou pé) e trama. Os fios do urdidor passam em volta do tear, enquanto os da trama vão em direção transversal. A lançadeira, uma das peças do tear, entrelaça os fios da trama perpendicularmente com a urdidura. Os têxteis são utilizados também em produtos industriais como filtros para condicionadores de ar, barcos salva-vidas, capas, pneus de automóveis, piscinas, cascos de segurança ou ventiladores de minas.

Texturização: a texturização é obtida com a união de filamentos contínuos e tem o objetivo de fornecer ao fio, melhor textura e aparência aumentando o aquecimento e a absorção e diminuindo a possibilidade de formação de pilling (bolinhas que se formam sobre o tecido).

Tingimento: processo no qual se colorem fibras têxteis e outros materiais, de forma que o corante se converta em parte integrante da fibra ou matéria, e não em mero revestimento superficial. As tinturas são composições químicas — a maioria orgânicas — que têm afinidade química ou física com as fibras. Tendem a manter sua cor apesar do desgaste e da exposição à luz solar, à água e aos detergentes. Os pigmentos são corantes insolúveis.

O tingimento indireto é feito principalmente em caráter artesanal. O sistema mais simples consiste num tratamento prévio do tecido com uma solução fixadora chamada mordente, seguido da imersão na tintura.

Os têxteis podem ser tingidos em qualquer das etapas de fabricação. O fio é tingido para tecer telas com desenhos ou fabricar roupas de cores lisas de alta qualidade. Em tecidos lisos mais baratos, o tingimento é feito na peça, quer dizer, depois de ser tecido. Também é possível formar tecidos coloridos em tecidos já tingidos através de diversos processos de tingimento seletivo.

Toque: um produto têxtil pode ser também julgado de forma subjetiva, podendo ser classificado como duro, macio, liso, áspero, firme, mole...

Titulação de Fios: o título do fio é a relação entre a massa (m) e o comprimento (c) ou a relação inversa onde, dependendo do sistema, um deles (m ou c) é fixo e o outro variável. Os sistemas de titulação são classificados em sistema direto e indireto.

Sistema Direto (tex): Este sistema tem a massa (em gramas) por comprimento (em metros) de fio, diretamente proporcional à sua “espessura”, ou seja, pode-se afirmar que quanto maior é a massa por comprimento de fio, mais “espesso” ele é, e por isto são conhecidos por sistemas diretos de titulação, o que não significa que o título seja diretamente proporcional ao seu diâmetro.

Sistema Indireto (Ne): O sistema indireto de titulação toma como base à massa fixa e o comprimento variável. Neste caso o número do fio é indiretamente proporcional a sua “espessura”.

Torção: é o numero de voltas dado ao fio em torno do seu próprio eixo. Este processo é feito para dar ao fio para dar coesão às fibras e conseqüentemente a resistência. Torção por metro - determina o número de torções por metro do Fio, podendo também ser convertido o valor por plegada.

Trama: conjunto dos fios passados no sentido transversal do tear, entre os fios da urdidura.

Tricô: tecido utilizado na confecção de peças de vestuário e outras, executado à mão com duas agulhas onde se armam as malhas, de modo que o fio, passando de uma agulha para a outra, permite a execução de dois tipos de ponto que servem de base a grande variedade de padrões. Voltar

Uniformidade: fibras, filamentos ou fios são completamente uniformes quando as seções transversais são iguais em todo o comprimento, isto é, quando não existem pontos finos ou grossos.

Viscose: fibra artificial obtido a partir da "Viscose", que é uma solução viscosa obtida pelo tratamento de celulose, de grande importância industrial, especialmente no fabrico do raion , do acetato e do celofane, os fios e fibras de viscose são semelhantes ao algodão em absorção de umidade e resistência à tração; apresentam toque suave e macio e um caimento comparável ao do algodão. A viscose pode ser utilizada pura ou em combinação com outras fibras, nas mais diferentes proporções e tipos de misturas, e os tecidos com ela produzidos atingem todos os segmentos do mercado têxtil: tecidos planos, malhas, cama, mesa, banho, bordados e linhas. Embora os tecidos de viscose sejam bastante requisitados por confeccionistas de moda, a produção destas fibras não tem grandes perspectivas de crescimento a nível mundial, em razão dos altos custos ambientais inerentes à sua produção.

Baseado em:

<http://www.casapinto.com.br/CPGlossarioTextil.html>. Acessado em 25 de março de 2004.

<http://www.hering.com.br/Canais/glossario>. Acessado em 25 de março de 2004.